

BALATONŐSZÖD – TEMETŐI DÜLŐ RÉZKORI LELŐHELY HOMOKKŐ NYERSANYAGÚ KŐESZKÖZEINEK KÖZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VIZSGÁLATA

PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION OF STONE TOOLS MADE OF SANDSTONE FROM THE SITE BALATONŐSZÖD - TEMETŐI DÜLŐ (HUNGARY)

PÉTERDI BÁLINT

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Földtani és Geofizikai Gyűjteményi Osztály

E-mail: peterdi.balint@mfgi.hu, peterdib@freemail.hu

Abstract

The present study reports results of petrographical and geochemical analyses on stone tools from the archaeological site Balatonőszöd – Temetői dűlő (Hungary). Balatonőszöd – Temetői dűlő is the largest excavated and longest-lived site of the Baden Culture in Hungary (more than 200.000 m²). In the site objects of the Balaton-Lásinja Culture (Middle Copper Age) and the Boleráz Culture were found too. Altogether 500 finds (made of stone) turned up. The present study reports the results of the investigation of 205 finds, all made of sandstone. Most of the finds made of sandstone belong to the Baden Culture. Almost all finds made of sandstone are grinding stones (on a few of them, traces of mineral paint were noticeable), grinders and polishers, but objects whose function is not known, elaborated and non-elaborated fragments, boulders of raw material are also in the studied set.

According to their macroscopic and microscopic features three types of sandstone can be separated among the finds. Some of the finds – because of their intensively weathered state – could not be grouped to these three types.

Applying detailed petrographical and geochemical methods as well as comparing published data, I concluded that the overwhelming majority (89%) of the sandstones – red (or bleached, white) sandstones (I type) – made of the Red Sandstone and Aleurolite Member of the Balaton Highland Sandstone Formation, especially from the mature type sandstone in which quartz is predominant, and it is almost free of feldspar. This type is characteristic of the confines of the Southern Balaton Highland and the lower part of the formation in the Northern Balaton Highland. The raw material of a minor part (2.5%) of the red sandstones (II type) originates from the sandstones of the Jakabhegy Sandstone Formation (Western Mecsek Mts.). I did not undertake the task of locating the source of the raw material of the grey-coloured, mica-rich, sparite-cemented, young sandstones (III type, 2.5%) because of the great number of the a geological localities with the same type of sandstone.

Kivonat

Balatonőszöd - Temetői dűlő lelőhely a badeni kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb és leghosszabb életű települése (területe meghaladta a 20 hektárt). A lelőhelyen a Balaton-Lásinja kultúrájának és a Boleráz kultúrájának is kerültek elő önálló objektumai. Az ásatás során 500 kőzet-anyagú lelet került napvilágra. Jelen cikk a homokkő nyersanyagú kőeszközök (205 db) vizsgálatának eredményeit mutatja be. A homokkő nyersanyagú kőeszközök régészeti kora túlnyomó részben badeni. Homokkőből általában őrlőkövek (egész és töredékes, főleg alsó- és kevesebb felső őrlőkő, egyes darabokon festéknyomokkal) és csiszolókövek készültek. A számszámokkal együtt tárgyalom az egyéb megmunkált (de ismeretlen rendeltetésű) töredékeket, nyersanyagtömböket és megmunkálatlan, kőzetanyagú leleteket is.

Makroszkópos, és főként polarizációs mikroszkópban való megjelenésük alapján a régészeti leletek között három homokkő-változatot különítettem el, néhány erősen mállott lelet azonban ezekbe a csoportokba nem volt biztonságosan besorolható.

Mikroszkópos tulajdonságaik (ásványos összetétel, szövet, törmelékes elegyrészek aránya) valamint teljes-kőzet kémiai összetételük alapján a homokkővek túlnyomó többségét (89%-át) kitevő vörös (és kifakult, fehér) homokkő anyagú leletek (I. csoport) nyersanyaga a Balaton-felvidéki Homokkő Formáció Vörös homokkő és aleurolit tagozatába sorolt homokkővek közül került ki, a szinte földpátmentes, kvarc és kőzettörmelék túlsúlyával jellemezhető érettebb homokkő típusból. Ez a típus a déli Balaton-felvidék peremi területein és az északi Balaton-felvidéken a formáció alsó részére jellemző. A vörös homokkővek kis részének (2,5%-ának) (II. csoport) nyersanyaga a Nyugati-Mecsekből, a Jakabhegyi Homokkő Formáció felsőbb szintjeiben megjelenő homokkővek közül eredeztethető. A III. csoportba sorolt szürke, csillámos, pátitos kötőanyagú, fiatal homokkővek (2,5%) nyersanyagforrásának pontosabb meghatározására a nagyszámú, hasonló kőzetanyagú lelőhely miatt nem vállalkoztam.

KEYWORDS: COPPER AGE, BADEN CULTURE, STONE TOOL, GRINDING STONE, PETROGRAPHY, GEOCHEMISTRY, SANDSTONE, BALATONŐSZÖD

KULCSSZAVAK: RÉZKOR, BÁDENI KULTÚRA, SZERSZÁMKŐ, ÖRLŐKŐ, PETROGRÁFIA, GEOKÉMIA, HOMOKKŐ, BALATONŐSZÖD

Bevezetés, régészeti háttér, a kutatás célja

Balatonőszöd-Temetői dűlő lelőhely a késő rézkori badeni kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb és leghosszabb életű települése. A feltárt és a hozzá kapcsolódó regisztrált lelőhely együttes területe meghaladta a 20 hektárt (**1. ábra**). Északon a Boleráz kultúra településének magja, délebbre az átmeneti és a klasszikus badeni kultúra településének magja található. A lelőhelyen a középső rézkori Balaton-Lasinja kultúrának és a Boleráz kultúrának is kerültek elő önálló objektumai. A Balaton-Lasinja kultúra és a Baden kultúra anyaga több helyen keverve került elő, anélkül, hogy a metszetben későbbi beásás vagy bolygatás nyoma lett volna megfigyelhető. (Horváth et al. 2006, Horváth 2010)

A továbbiakban a különböző kultúrák csiszolt kőeszközeit (és szerszámköveit) együtt, összevonva tárgyalom, mivel bármelyik itt tárgyalt korszak csiszolással megmunkált leleteiről annyira keveset tudunk, hogy az eszközök szétválasztása tipológiailag vagy nyersanyag alapján egyelőre nem lehetséges, a lelőhelyen pedig a legtöbb korszak a késő rézkorral átfedésben jelentkezett, vagyis a néhány, potenciálisan a középső rézkorba vagy korai bronzkorba is sorolható lelet kora és kulturális besorolása bizonytalan.

Az ásatás során 500 kőzet-anyagú lelet került napvilágra. Ezek régészeti tipizálását Horváth Tünde végezte el (Horváth & Péterdi 2012). Jelen tanulmány a leletanyag közel felét kitevő (205 db, azaz 41 %) homokkő-nyersanyagú kőeszközök vizsgálatának eredményeit mutatja be. A Balatonőszöd–Temetői dűlő lelőhelyről előkerült szerszámkövek általában egész és töredékes őrlőkövek (főleg alsó- és kevesebb felső őrlőkő, egyes darabokon festéknymokkal), csiszológövek és fenőkövek. Mivel nyersanyagukat tekintve hasonlóak, a szerszámkövekkel együtt tárgyalom az egyéb megmunkált (de ismeretlen rendeltetésű) töredékeket, nyersanyagtömböket és megmunkálatlan, kőzetanyagú leleteket.

Munkám célja a Balatonőszöd – Temetői dűlő lelőhelyről előkerült kőeszközök részletes közettani és geokémiai vizsgálata; a nyersanyagok származási helyére vonatkozó következtetések levonása.

A magyarországi leletanyagok archeometriai vizsgálata során ez ideig csak kevés esetben foglalkoztak homokkő nyersanyagú eszközökkel (Szakmány 1996; Szakmány & Nagy 2005; Palágyi et al. 2006; Szakmány et al. 2008; Piros 2010).



1. ábra: Balatonőszöd-Temetői dűlő. Az ásatási terület és közvetlen környezete. Készítette: Viemann Zsolt (www.szekely-kiado.hu ortofotó háttérkép alapján, Horváth et al. 2006).

Fig.1.: The archaeological site (Balatonőszöd – Temetői dűlő) and its surroundings (by Zsolt Viemann, on the basis of the orthophoto of www.szekely-kiado.hu, Horváth et al. 2006)

A munkát nehezíti, hogy a Kárpát-medencében felszínen található rendkívül sokféle homokkő részletes közettani-geokémiai feldolgozásával még adós a hazai geológia: csak néhány területről állnak rendelkezésre elemzések (például a Hárshgyi Homokkő Formáció (Báldi et al. 1976), a Lábatlani Homokkő Formáció (Bagolyné Árgyelán 1993, 1995, 1996), a Pétervásárai Homokkő Formáció (Sztanó & Józsa 1996), a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció (Fülöp 1990; Majoros 1963, 1998; Csernussi 1984) és a nyugat-mecseki perm-triász törmelékes összlet (Fazekas 1987, 1989; Barabás & Barabás-Stuhl 1998; Máthé 1998; Árkai et al. 2000; R. Varga et al. 2005, Varga et al. 2006, 2007, Varga 2009; Bodor & Szakmány 2009, Bodor et al. 2012) kőzeteiről).

Vizsgálati módszerek

A leleteket makroszkópos (azaz szabad szemmel és kézi nagyítóval végzett) megfigyelések révén nyersanyaguk alapján csoportokba soroltam.

1. táblázat: Mintadarabok és elvégzett vizsgálatok.**Table 1.:** Samples and analyses

Objektum	Lelet	Mintajel	Kőzet	Vékonycsiszolat	ICP-ES, ICP-MS
B 1124	örlőkő-töredék	BOT 2	Homokkő (I/1 alcsoport)	+	
B 1563	örlőkő-töredék	BOT 3	Homokkő (II csoport)	+	+
R-925 (50/11 szelvény)	örlőkő-töredék	BOT 4	Homokkő (I/1 alcsoport)	+	+
R-925 (50/11 szelvény)	örlőkő-töredék	BOT 5	Homokkő (I/2 alcsoport)	+	+
B 1558	örlőkő-töredék	BOT 10	Homokkő (I/2 alcsoport)	+	
B 1496	azonosíthatatlan kőtöredék	BOT 13	Homokkő (III csoport)	+	
R-925 (46/5 szelvény) (egy darabja)	örlőkő-töredék (festékes)	BOT 14	Homokkő (I/2 alcsoport)	+	+
B 1449	azonosíthatatlan kőtöredék	BOT 15	Homokkő (I/2 alcsoport)	+	
B 2341 (54/29 szelvény)	örlőkő-töredék	BOT X1	Homokkő (átmenet I/1 és I/2 alcsoport között)	+	

A csoportok egy, vagy néhány jellemző (és régészeti szempontból kevésbé értékes, töredékes) példányából vékonycsiszolatot készítettem a részletes, petrográfiai (polarizációs) mikroszkópos vizsgálatokhoz. A mintakiválasztás során a nagyszámú leletet magába foglaló csoportokból több mintát is választottam, a nyersanyag szín- és szemcseméretbeli változatosságát reprezentálандó. A mikroszkópos vizsgálatok során a leletek ásványos összetételét, szövetét, a törmelékes elegyrészek arányát sávszámlálással határoztam meg (Chayes 1956; Dickinson 1970; Dickinson & Suczek 1979). Eredményeimet geokémiai vizsgálatokkal (teljes kémiai vizsgálatokkal) egészítettem ki.

A teljes kémiai elemzések ICP-ES, illetve ICP-MS segítségével készültek a vancouveri ACME Analytical Laboratories Ltd. laboratóriumában. A kapott adatokat új gyűjtésből származó Balaton-felvidéki összehasonlító minták összetételéről nyert adatokkal (**2. táblázat**), valamint a szakirodalomban közölt korábbi elemzések (Csernussi 1984, Varga 2009) adataival vettem össze. Az összehasonlítás megkönnyítése érdekében a fő- és nyomelem-összetételi adatokat a felső kontinentális kéreg (FKK) átlagos

összetételéhez (Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001), a ritkaföldfém-tartalom adatait a kondrit-összetételhez (Sun and McDonough 1989) hasonlítottam.

A vizsgált mintákról és az elvégzett vizsgálatokról az **1. táblázat** tájékoztat. Az áttekinthetőség érdekében a továbbiakban a mintapéldányokra – a bonyolultabb objektum és szelvénytípus helyett – a táblázat „mintajel” oszlopában található jellel, vagy a kőzetváltozat megnevezésével hivatkozom. Ugyancsak az áttekinthetőség érdekében a teljes kőzet kémiai összetételi eredményeket összesítő táblázatban közlöm (**2. táblázat**).

Makroszkópos csoportosítás

Szabad szemmel és kézi nagyítóval megfigyelhető jellegzetességeik alapján a homokkő leleteket 3 csoportba soroltam. A könnyebb áttekinthetőség érdekében az I. és II. csoportot („vörös homokkövek” összefoglaló cím alatt), a III. csoporttól (szürke, csillámos, karbonátos kötőanyagú homokkő) különválasztva tárgyalom.

12 példány erősen mállott állapota miatt nem volt biztonsággal egyik fent említett csoportba sem besorolható.

2. táblázat: A kiválasztott minta-darabok és Balaton-felvidéki összehasonlító minták teljes-kémiai (ICP-ES, ICP-MS) elemzésének eredményei

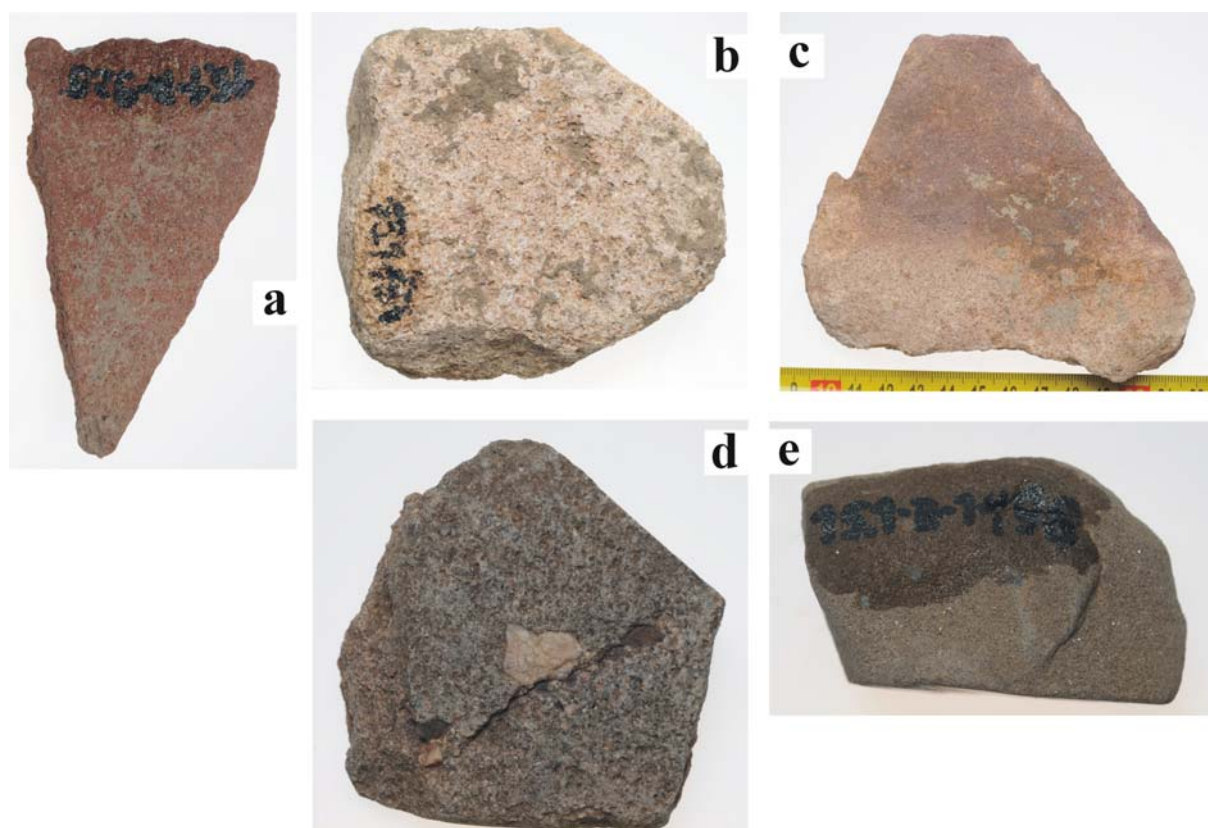
Table 2.: Bulk-rock chemistry: ICP-ES and ICP-MS results of the archaeological finds and comparative samples from the Balaton-Highland

Főelemek (w%)	Homokkő (I/1. alcsoport)	Homokkő (I/2. alcsoport)	Homokkő (I/2. alcsoport)	Homokkő (II. csoport)	Pálköve 1	Pálköve 2	Pálköve 3	Pálköve 4	Pálköve 5	Pálköve 6
	BOT 4 R 925 (50/11.sz.)	BOT 5 R 925 (50/11.sz.)	BOT 14 R 925 (46/5. sz.)	BOT 3 B 1563	VHK-1	VHK-2	VHK-3	VHK-4	VHK-5	VHK-6
SiO ₂	74,94	86,93	85,10	88,70	83,24	84,03	79,40	75,85	67,42	69,17
Al ₂ O ₃	10,31	8,26	9,50	5,62	9,80	8,70	11,78	13,99	16,83	16,70
Fe ₂ O ₃	5,52	0,71	0,54	0,96	2,32	3,28	3,11	3,36	6,85	5,50
MgO	0,16	0,06	0,10	0,13	0,05	0,03	0,07	0,13	0,25	0,21
CaO	1,97	0,08	0,29	0,16	0,10	0,06	0,04	0,05	0,07	0,08
Na ₂ O	0,06	0,02	0,05	0,13	0,02	0,02	0,03	0,06	0,07	0,07
K ₂ O	0,68	0,43	0,47	3,35	0,47	0,41	0,66	1,11	1,62	1,45
TiO ₂	0,46	0,28	0,20	0,07	0,31	0,26	0,43	0,52	0,86	0,86
P ₂ O ₅	0,18	0,04	0,12	0,13	0,14	0,08	0,05	0,06	0,08	0,06
MnO	0,22	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
LOI	5,30	3,20	3,60	0,60	3,40	3,10	4,40	4,70	5,70	5,70
SUM	99,80	100,02	100,02	99,86	99,86	99,98	99,99	99,85	99,77	99,82
Nyomelemek (ppm)										
Rb	29,90	18,50	23,10	72,60	23,80	21,40	35,50	48,90	84,30	74,50
Ba	166,90	98,40	72,90	477,40	96,50	47,70	70,80	114,40	186,50	161,50
Th	11,60	5,70	6,00	4,10	11,10	19,20	9,80	8,00	10,90	8,70
Nb	6,90	5,10	4,50	2,30	5,30	7,10	7,10	9,20	14,00	14,50
Pb	2,9	5,3	2,6	1,9	3,6	3,1	2,7	3,1	4,6	3,7
Sr	111,80	45,00	124,40	208,30	196,70	176,10	102,10	97,50	386,20	124,50
Zr	287,80	141,40	86,80	58,40	117,70	124,80	287,50	152,30	185,40	181,70
Y	24,30	13,00	10,70	6,90	17,70	110,10	32,30	20,40	30,80	19,70
Ritkaföldfémek (ppm)										
La	28,5	11	22,3	9,8	32,6	42,3	20,2	20,2	38	27,1
Ce	61,4	20,7	43,7	19,1	61,7	86,4	43,5	41,6	83,4	57,8
Pr	7,22	2,43	4,93	2,11	7,47	9,14	4,7	4,82	9,52	5,87
Nd	30,6	9,1	17,6	8	27,9	32,5	18,9	18,6	40,6	20,3
Sm	6,4	1,8	2,8	1,5	4,7	6	4,2	3,3	9,4	3
Eu	1,11	0,33	0,6	0,44	0,67	1,56	0,97	0,66	1,74	0,53
Gd	5,12	1,52	1,88	1,4	2,48	10,64	4,35	3,07	7,4	2,57
Tb	0,7	0,29	0,22	0,16	0,31	2,39	0,7	0,44	0,83	0,36
Dy	4,27	1,82	1,48	1,11	2,52	17,76	5,26	3,12	4,69	3,17
Ho	0,83	0,42	0,34	0,23	0,58	3,53	1,02	0,71	0,99	0,65
Er	2,39	1,22	0,98	0,65	1,66	10,13	3,08	2,09	2,63	1,95
Tm	0,42	0,22	0,18	0,1	0,27	1,4	0,5	0,39	0,41	0,36
Yb	2,47	1,24	1,09	0,57	1,73	8,27	3,07	2,39	2,49	2,18
Lu	0,37	0,2	0,16	0,09	0,25	1,09	0,43	0,37	0,43	0,32

2. táblázat (folyt.): A kiválasztott minta-darabok és Balaton-felvidéki összehasonlító minták teljes-kémiai (ICP-ES, ICP-MS) elemzésének eredményei.

Table 2. (cont.): Bulk-rock chemistry: ICP-ES and ICP-MS results of the archaeological finds and comparative samples from the Balaton-Highland

Főelemek (w%)	Balatonrendes 1	Balatonrendes 2	Balatonrendes 3	Alsóörs 5	Köcsi-tó 6	Balatonalmádi	Balatonalmádi
	VHK-7	VHK-8	VHK-9	VHK-10	VHK-11	VHK-12	VHK-13
SiO ₂	68,42	69,45	82,74	66,85	85,82	82,77	82,61
Al ₂ O ₃	17,02	17,71	10,29	17,39	8,62	10,16	10,34
Fe ₂ O ₃	5,75	4,27	2,11	6,49	1,81	1,94	1,93
MgO	0,21	0,17	0,21	0,43	0,03	0,08	0,08
CaO	0,08	0,06	0,13	0,09	0,02	0,03	0,02
Na ₂ O	0,07	0,05	0,03	0,09	0,02	0,03	0,03
K ₂ O	1,49	1,23	0,44	2,53	0,45	0,46	0,46
TiO ₂	0,86	0,79	0,22	0,85	0,21	0,28	0,28
P ₂ O ₅	0,08	0,06	0,03	0,07	0,03	0,04	0,04
MnO	0,01	0,01	0,01	0,11	0,01	0,01	0,01
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
LOI	5,80	6,10	3,80	4,90	3,00	4,20	4,20
SUM	99,80	99,91	100,02	99,81	100,02	100,00	100,00
nyomelemek (ppm)							
Rb	74,80	63,00	22,00	98,20	17,90	20,20	20,20
Ba	170,90	126,60	52,10	642,80	74,50	131,40	143,00
Th	12,60	11,00	7,00	12,90	6,30	8,20	8,90
Nb	14,20	13,50	5,20	14,80	4,90	5,70	5,60
Pb	4,5	3,3	1,5	9,2	4,2	2,3	2,3
Sr	217,50	200,60	58,90	121,80	39,30	54,00	54,10
Zr	172,80	392,40	105,40	193,90	88,50	128,20	118,80
Y	20,00	25,40	24,20	86,10	14,40	20,00	19,10
Ritkaföldfémek (ppm)							
La	36,8	45,7	15	33,2	14,7	16,7	16,7
Ce	72,2	86,7	29,4	79,1	27	35	35,4
Pr	7,57	9,98	3,67	7,55	3,21	4,33	4,41
Nd	23,8	34,4	13,4	28,5	10,9	17	17,4
Sm	3,4	5,5	2,7	7	2,2	4,1	4,3
Eu	0,8	1,15	0,56	1,68	0,39	0,82	0,84
Gd	2,7	4,15	3,31	10,2	1,98	3,39	3,2
Tb	0,4	0,5	0,57	1,69	0,31	0,57	0,59
Dy	3,08	3,74	4,12	12,32	1,82	3,22	3,46
Ho	0,68	0,83	0,8	2,47	0,49	0,67	0,67
Er	2,04	2,58	2,27	7,71	1,42	2,01	1,87
Tm	0,36	0,45	0,34	1,13	0,28	0,33	0,31
Yb	2,16	2,93	2,09	7,47	1,68	2,1	2,17
Lu	0,38	0,48	0,31	1,04	0,25	0,27	0,3



2. ábra: Makroszkópos fotók: a) vörös homokkő (I/1 alcsoport, BOT 4); b) kifakult „vörös” homokkő (I/2 alcsoport, BOT 10); c) részben kifakult vörös homokkő (átmenet I/1 és 2 alcsoport között, BOT X1); d) vörös homokkő (II csoport, BOT 3); e) szürke, csillámos, karbonátos kötőanyagú homokkő (III csoport, BOT 13).

Fig. 2.: Macroscopic photos: a) red sandstone (group I/1, sample BOT 4); b) bleached „red” sandstone (group I/2, sample BOT 10); c) partly bleached red sandstone (transition between group I/1 and I/2, sample BOT X1); d) red sandstone (group II, sample BOT 3); e) grey-coloured, mica-rich, sparite-cementized sandstone (group III, sample BOT 13).

„Vörös homokkövek” (I. és II. csoport)

A petrográfiai és geokémiai vizsgálatok eredményei

Makroszkópos jellemzők

I. csoport (183 példány):

Általában közepesen-, vagy jól osztályozott, változatos szemcseméretű homokkövek (az egészen finomszemcsestől a durva, kavicsos homokkövekig minden szemcseméret-tartományú közet megtalálható). Főalkotók a kvarc és csillámok (elsősorban kifakult, illetve kloritosodó biotit). A mátrix, illetve a cementáló anyagok mennyisége alárendelt. Makroszkópos tulajdonságaik, elsősorban színük alapján két alcsoportra osztottam ezt a csoportot.

I/1 alcsoport (131 példány):

Elsősorban vörös színű homokkövek, de narancsvörös, lilásvörös (és sötétebb, szürkés árnyalatú) példányok is előfordulnak. A kvarcsejtszemcsék általában szögletesek, a

csillámszemcsék mérete közel azonos, vagy nagyobb, mint a kvarcsejtszemcséké. Egyes példányokban szabad szemmel csak kevés csillámszemcse látható (**2a ábra**).

I/2 alcsoport (52 példány):

Általában kifakult, világos színű (világosszürke, csaknem fehér), illetve foltokban enyhén vöröses, narancsvörös, esetleg sárga, lilásszürke színűre mállott homokkövek.

A kvarcsejtszemcsék általában ebben a csoportban is kerekítetlenek, szögletesek, de egyes példányokban nagyobb arányban előfordulnak jobban koptatott, kerekített szemcsék is. A kvarcsejtszemcsék uralkodóan szürke (fehér) színűek, de fekete és vörös szemcsék is megfigyelhetők (közettörmelékek). Kevés csillám látható szabad szemmel. A példányok felülete likacsos, az ásványszemcsék egy része kipattogzott a közből (**2b ábra**).

A kifakult példányok eredetileg vörös mivoltát szemléletesen mutatja, hogy 10 vizsgált lelet vörös

és „fehér” (szürke, kifakult) résszel egyaránt rendelkezik (**2c ábra**). Ezt a 10 leletet az I/1 alcsoporthoz számítottam.

II. csoport (5 példány):

Lilásszürke, lila, foltokban vörös színű, durva- vagy közepes szemcsés, szemcsevázú homokkővek. Fő alkotójuk a kvarc (kerekítetlen, túlnyomórészt szürke szemcsék), emellett kevés fekete, illetve vörösre, lilásra mállott szemcse (közettörmelékek) is megfigyelhető. A durva homokszemcsék között rosszul kerekített kvarc- illetve kvarcit-kavicsok is találhatóak (akár 1,5 cm-es méretig). Fehér (esetenként halvány vörös), legfeljebb 1 mm-es, szögletes földpát-szemcsék szintén megfigyelhetők (**2d ábra**).

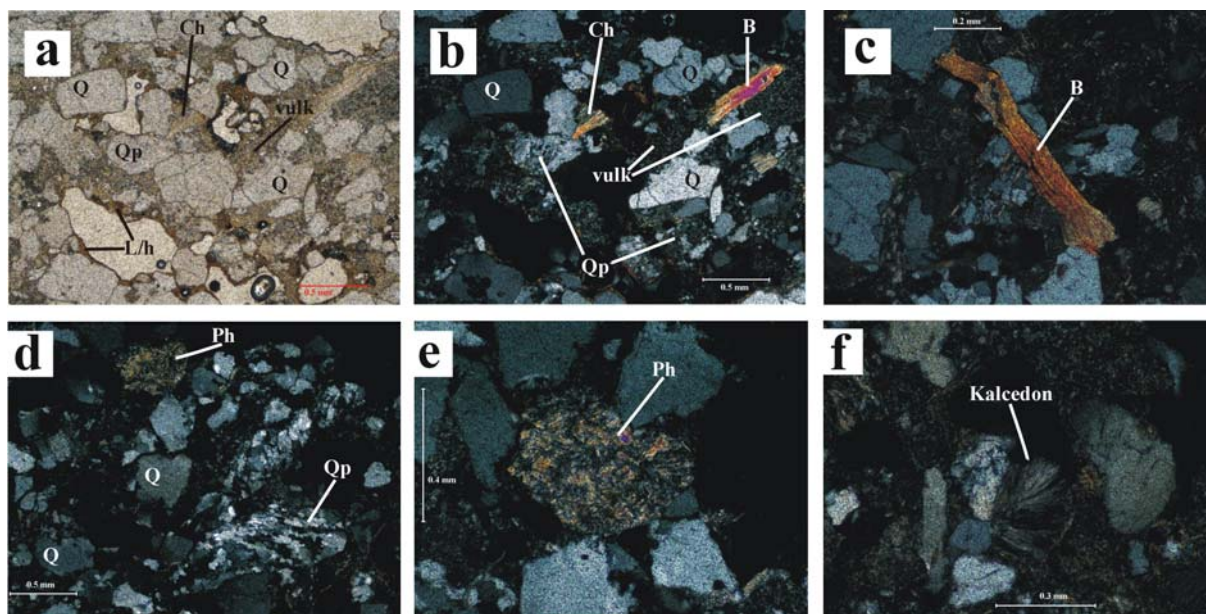
Mikroszkópos jellemzők

I. csoport:

Vékonycsiszolatban a 2 alcsoport nem mutatott különbségeket. A makroszkóposan világosszürke (fehér) homokkővek eredetileg feltehetően vörös színe valószínűleg a közetté válás utáni, illetve az

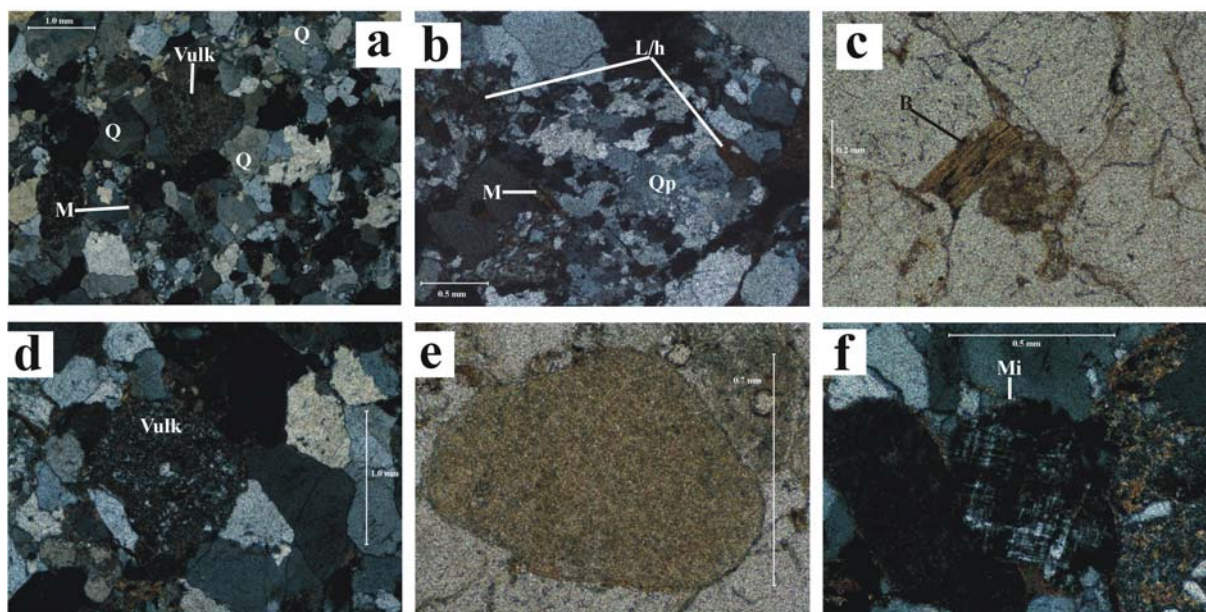
eltemetődés alatt fellépő mállási folyamatok hatására fakult ki.

A szemcsék általában egyáltalán nem vagy csak gyengén koptatottak. Jellemző a szemcsék között a törmelékes, koptatatlan (vagy csak gyengén koptatott) kvarcsemmék túlnyomó aránya; az általában a monokristályos kvarcnál jobban kerekített polikristályos kvarcsemmék jelentős mennyisége; törmelékes eredetű csillámok, elsősorban kloritosodó biotit és muszkovit; közettörmelékek (elsősorban savanyú vulkanit és metamorf közettörmelék); általában bontott magnetit-szemcsék megjelenése; valamint a különféle szemcsék szegélyén kéregként, illetve a kötőanyagban megjelenő limonit (hematit) (**3a-d ábra**). A savanyú vulkanit-szemcsék között főként felzites szövetű (ritkán folyásos szövetű), néhol kovásodott vulkáni alapanyag jellemző; a metamorf közettörmelékeket irányított szövetű, szalagos polikristályos kvarcsemmék (gyakran szutúrásan érintkező, hullámos kioltású kvarcristályokkal) és néhány fillit-szemcse képviseli (**3e ábra**).



3. ábra: Régészeti leletek, vörös homokkővek, I. csoport. a-b) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (a: 1N, b: +N): szöveti kép monokristályos (Q) és polikristályos kvarccal (Qp), kifakult (B) és kloritosodott (Ch) biotittal, savanyú vulkanit-törmelékkel (vulk), limonit-hematit szegéllyel (L/h) egyes szemcsék szegélyén. (BOT 10); c) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): biotit kristály (B). (BOT 2); d) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): szöveti kép monokristályos (Q) és polikristályos kvarccal (Qp), fillit-szemcsével (Ph). (BOT 10); e) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): a d)-n látható fillit-szemcse (Ph) nagyítva. (BOT 10); f) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): üregkitöltő kalcedon. (BOT 15)

Fig. 3.: Archaeological finds, red sandstones, group I. a-b) Photomicrograph (a: 1N, b: +N): rock texture with monocrystalline quartz (Q) and polycrystalline quartz (Qp), bleached biotite (B), chloritized biotite (Ch), altered acidic vulcanite fragment (vulk), limonite-hematite coatings on the surfaces of some of the crystals (L/h). (sample BOT 10); c) Photomicrograph (+N): biotite (B). (sample BOT 2); d) Photomicrograph (+N): rock texture with monocrystalline quartz (Q) and polycrystalline quartz (Qp), phyllite fragment (Ph). (sample BOT 10); e) Photomicrograph (+N): phyllite fragment (Ph), from Fig.3d). (sample BOT 10); f) Photomicrograph (+N): cavity-filling chalcedony (sample BOT 15).



4. ábra: Régészeti leletek, vörös homokkővek, II. csoport, BOT 3.: a) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): szöveti kép monokristályos (Q) és polikristályos kvarccal, csillámmal (M), savanyú vulkanit-törmelékekkel (vulk); b) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): szöveti kép monokristályos és polikristályos kvarccal (Qp), csillámmal (M), limonitos-hematitos szegélyvel (L/h) egyes szemcsék szegélyén; c) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (1N): biotit kristály (B); d) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): savanyú vulkanit-törmelék-szemcse (vulk); e) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (1N): aleurolit-szemcse; f) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): mikroclin-kristály (Mi).

Fig. 4.: Archaeological finds, red sandstones, group II, sample BOT 3.: a) Photomicrograph (+N): rock texture with monocrystalline quartz (Q) and polycrystalline quartz (Qp), mica (M), altered acidic vulcanite fragment (vulk); b) Photomicrograph (+N): rock texture with monocrystalline quartz (Q) and polycrystalline quartz (Qp), mica (M), limonite-hematite coatings on the surfaces of some of the crystals (L/h); c) Photomicrograph (1N): biotite (B); d) Photomicrograph (+N): acidic vulcanite fragment (vulk); e) Photomicrograph (1N): aleurolite-grain; f) Photomicrograph (+N): microcline (Mi).

Fontos jellemző még a földpátok szinte teljes hiánya (**5. ábra**).

Az egymással érintkező monokvarc-szemcsék érintkezési felülete csak nagyon ritkán szutúrás. A mátrix jelentős részben finomszemcsés kvarc, de kizárólagosan a törmelékes szemcsék közötti réseket tölti ki, szemcsék nyomási oldódására, újbóli kiválására utaló jelek (pl. irányított továbbnövekedés) nem láthatók.

A kötőanyag limonitos-hematitos, kovás, esetleg másodlagosan karbonátos. Nagyon ritkán kalcedon is megfigyelhető (**3f ábra**).

A minták porozitása csekély, szövetük tömött. A kevés pórus, üreg általában kalcedonnal töltődött ki, de előfordul kloritos üregkitöltés is.

II. csoport:

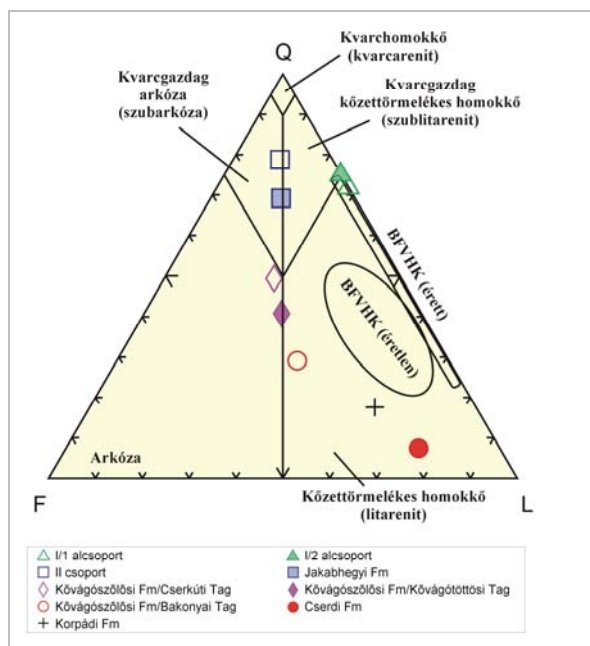
Ebben a csoportban is jellemző a törmelékes, kerekítetlen (vagy csak gyengén kerekített) kvarc-szemcsék túlnyomó aránya és az általában kerekített polikristályos kvarc-szemcsék viszonylag jelentős mennyisége (**4a-b ábra**).

A monokristályos kvarc-szemcsék szutúrás érintkezése ebben a csoportban is csak ritkán figyelhető meg.

A törmelékes eredetű csillámok megjelenése hasonló az I. csoportban megjelenő csillámok megjelenéséhez (muszkovit, kifakult, kloritosodó biotit), de mennyiségük alárendelt, méretük kisebb, mint az I. csoportban (**4c ábra**). Szintén alárendelt mennyiségben vannak jelen vulkáni közettörmelékek (felzites szövetű szemcsék: **4d ábra**, szferolitos vulkáni üveg-törmelék). Metamorf közettörmelék (szalagos, irányított szövetű kvarcit) is előfordul. A magnetit szemcsemérete és mennyisége is kisebb, mint az I. csoportban.

Jellemző különbség az I. csoport anyagához képest a földpátok (mikroclin (nagy méretű, üde keresztrácsos szemcsék: **4f ábra**) és nagyon alárendelt mennyiségben plagioklász), valamint aleurolit-szemcsék (nagyon jól koptatott, kerekített szemcsék, amelyek nem tartalmaznak opakásványokat: **4e ábra**) jelenléte.

Mátrix gyakorlatilag nincs, a kőzet szövege erősen tömött, limonitos üregkitöltések mindazonáltal előfordulnak.



5. ábra: A törmelék-szemcsék megoszlása (QFL: kvarc-földpát-közzettörmelék háromszög-diagram): régészeti leletek, Balatonfelvidéki Fm (érett és éretlen homokkövek), mecseki „vörös” homokkövek.

Fig. 5.: Distribution of the framework grains (quartz-feldspar-rock fragments - diagram): archaeological finds, matured and unmatured sandstones of the Balaton-Highland Sandstone Fm, „red” sandstones from the Mecsek Mts.

A törmelék-szemcsék megoszlása

A vékonycsiszolatban is vizsgált „vörös homokkő” nyersanyagú leletek törmelékenes elegyrészeinek arányát sávszámlálós módszerrel mértem ki, és a kvarc-földpát-közzettörmelék háromszögdiagramon ábrázoltam (Pettijohn et al. 1973 alapján) (**5. ábra**).

A régészeti leletek I/1 és I/2 alcsoportját törmelékenes elegyrészeik aránya alapján közzettörmelékenes homokkövek (litarénit) és kvarcgazdag közzettörmelékenes homokkövek (szublitarénit) alkotják, a régészeti leletek II. csoportját a kvarcgazdag arkóza (szubarkóza) és kvarcgazdag közzettörmelékenes homokkő (szublitarénit) közötti átmeneti összetétel jellemzi.

Teljes kőzet kémiai összetétel

A régészeti leletek (I. és II. csoport) fő-, nyom- és ritkaföldfém-összetéti adatait ábrázoló diagramok egy részét terjedelmi okokból a mellékletben

szerepeltetem (**melléklet 1-8. ábra**), a legfontosabb diagramokat azonban itt is bemutatom (**6-11. ábra**).

Az átlagos FKK-összetételhez viszonyítva (**6-7. ábra**) a vizsgált régészeti leletek mindegyike erősen szegényedett nátriumban és magnéziumban. A másodlagosan karbonátos kötőanyagú homokkövek kivételével a régészeti leletek kalcium-tartalma is erőteljes szegényedést mutat. A leletek mindegyike gazdagodott szilíciumban.

Az I/1 alcsoport vörös homokkövei vasban és mangánban is gazdagodást mutatnak az FKK-összetételhez képest, míg kismértékű szegényedést tapasztalunk titánban és alumíniumban, erősebb szegényedést káliumban.

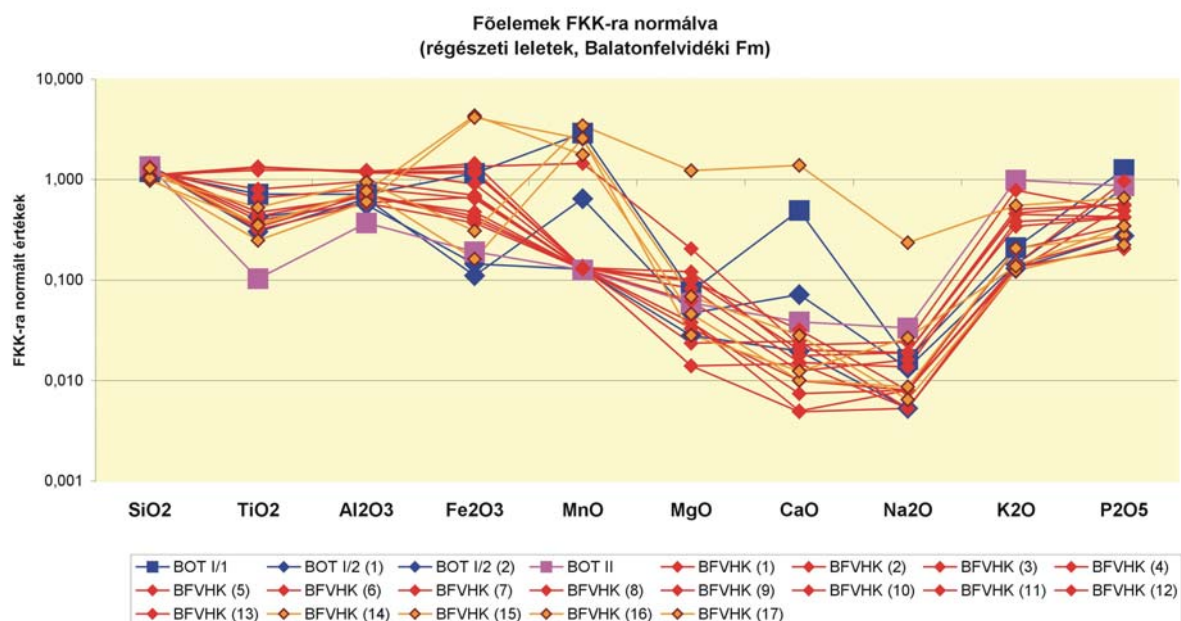
Az I/2 alcsoport kifakult homokkövei jelentősen szegényedtek vasban és káliumban, gyengébben szegényedtek mangánban és alumíniumban, közepesen szegényedtek titánban.

A II csoport homokköveinek káliumtartalma gyakorlatilag megegyezik az átlagos FKK-összetétellel. A gazdagodást mutató szilícium kivételével az összes főelemben szegényedés tapasztalható (alumínium- közepes; vas, mangán, titán – erősebb; magnézium, kalcium, nátrium – erőteljes szegényedés).

A foszfor-tartalom változását az elemzésben nem vettem figyelembe, mivel a régészeti leletek foszfor-tartalma az eltemetődés során jelentős mértékben megváltozhatott (pl. a talajba került műtrágya hatására). (Maggetti 2001.)

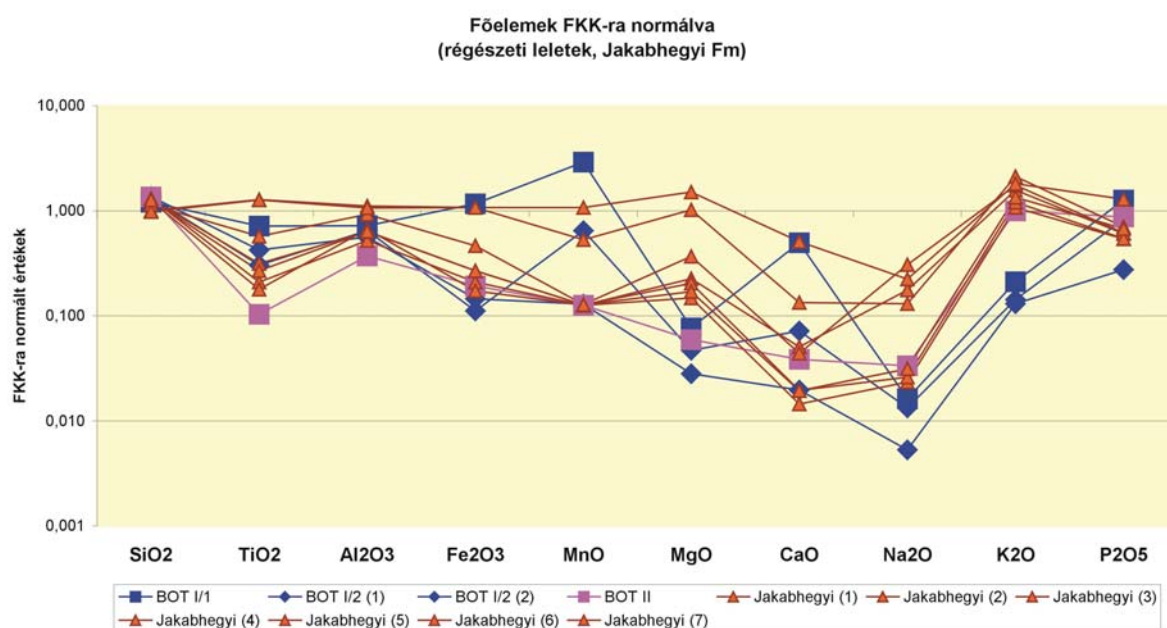
A nyomelemek átlagos FKK-összetételre normált értékeit vizsgálva (**8-9. ábra**) látható, hogy a vizsgált régészeti leletek általában minden nyomelemben szegényedést mutatnak, kivételt csak az I/1-es csoport vörös homokkőmintája jelent, amelynek Zr-, Y- és Th-tartalma kis mértékű gazdagodást mutat. Az I/2-es csoport kifakult homokkövei nyomelemben szegényebbek, mint az I/1-es csoport vörös homokkövei. Nyomelemben legszegényebb a II. csoportba sorolt homokkő-minta.

A minták ritkaföldfém-tartalmát vizsgálva (**10-11. ábra**) szintén megállapítható, hogy az I/2-es csoport kifakult homokkövei az I/1-es csoport vörös homokköveinél szegényebbek ritkaföldfémekben, de némileg gazdagabbak, mint a II. csoport homokkövei.



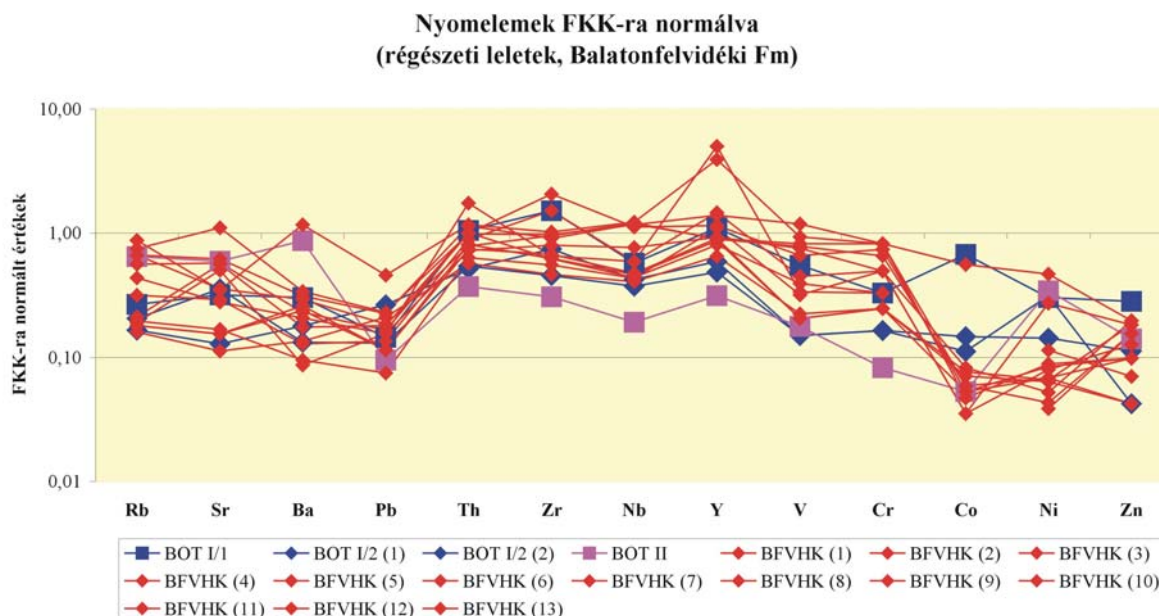
6. ábra: Főelemek FKK-ra (felső kontinentális kéreg átlagos összetétele, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normált értékei: Régészeti leletek (vörös homokkövek), Balatonfelvidéki Fm.

Fig. 6.: UCC (Upper Continental Crust, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normalized major element patterns: archaeological finds (red sandstones), Balaton-Highland Fm.



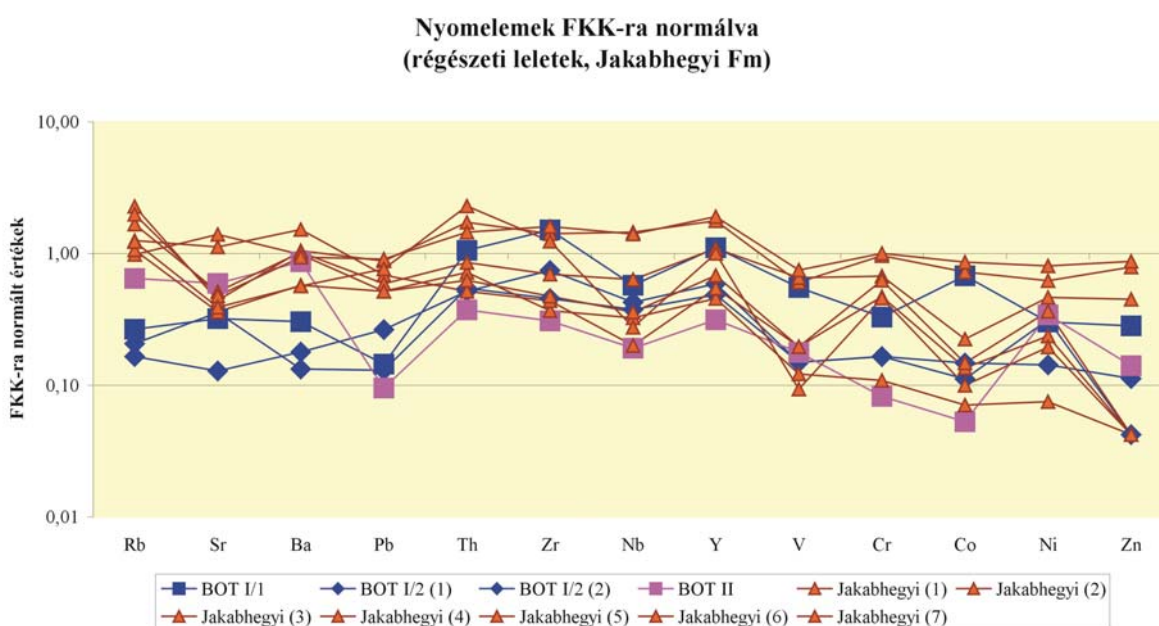
7. ábra: Főelemek FKK-ra (felső kontinentális kéreg átlagos összetétele, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normált értékei: Régészeti leletek (vörös homokkövek), Jakabhegyi Fm.

Fig. 7.: UCC (Upper Continental Crust, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normalized major element patterns: archaeological finds (red sandstones), Jakabhegy Fm.



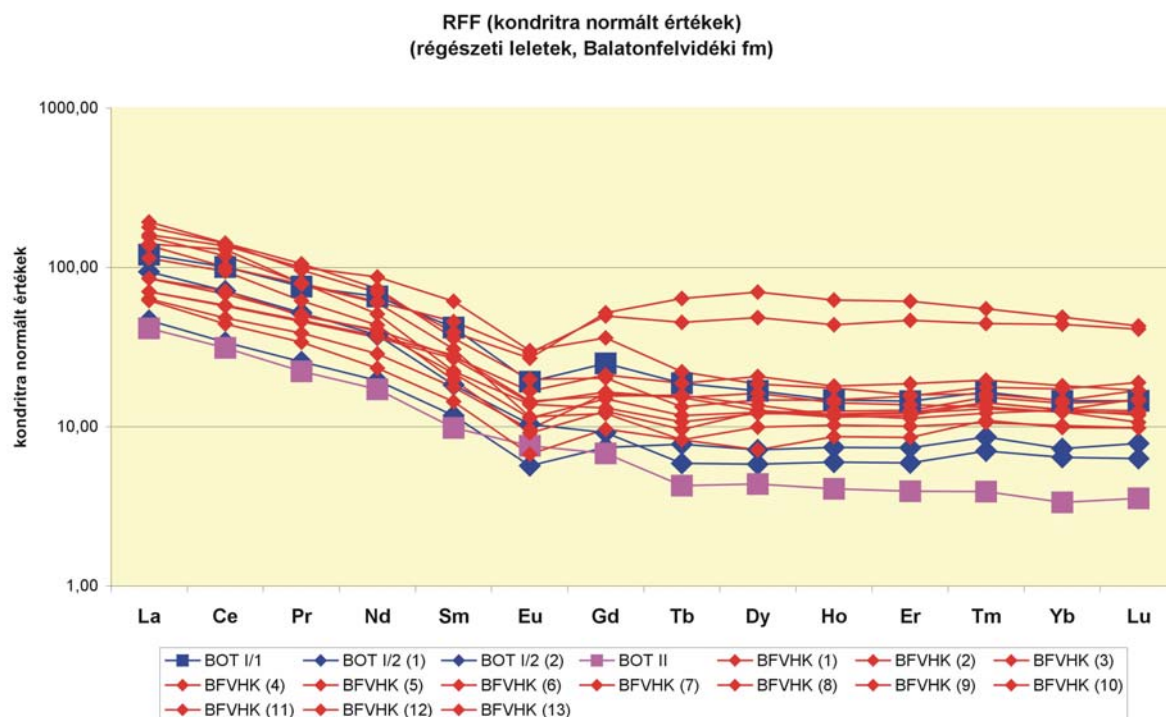
8. ábra: Nyomelemek FKK-ra (felső kontinentális kéreg átlagos összetétele, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normált értékei: Régészeti leletek (vörös homokkövek), Balatonfelvidéki Fm.

Fig. 8.: UCC (Upper Continental Crust, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normalized trace element patterns: archaeological finds (red sandstones), Balaton-Highland Fm.



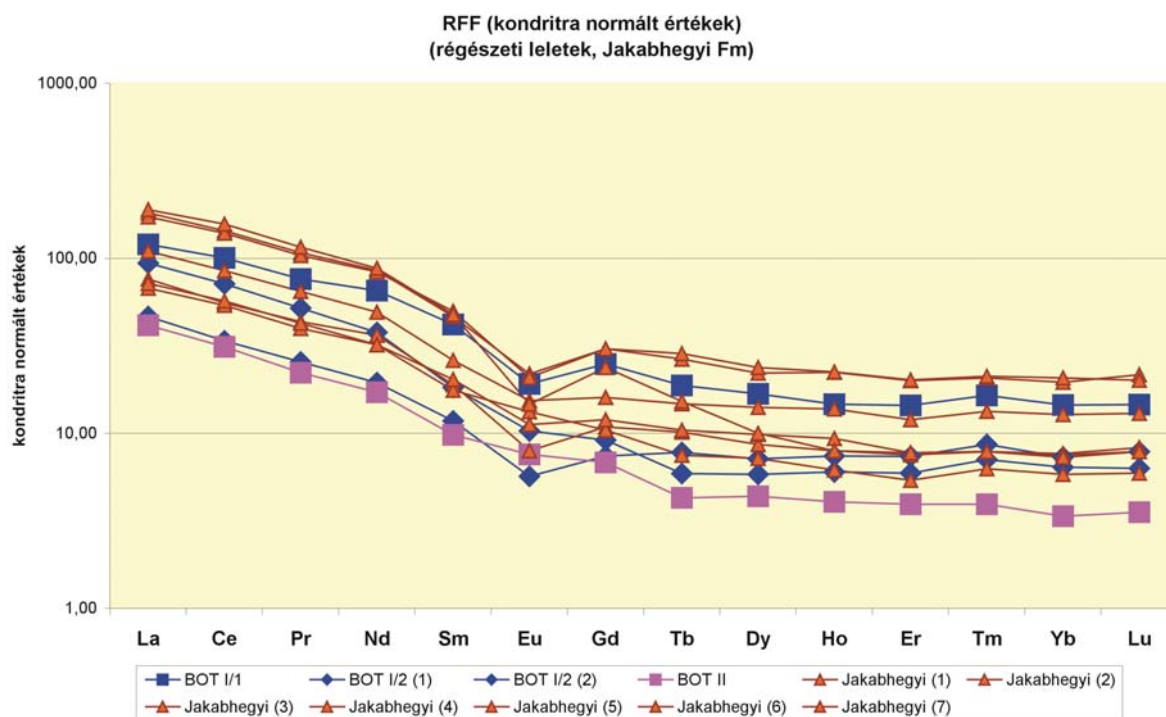
9. ábra: Nyomelemek FKK-ra (felső kontinentális kéreg átlagos összetétele, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normált értékei: Régészeti leletek (vörös homokkövek), Jakabhegyi Fm.

Fig. 9.: UCC (Upper Continental Crust, Taylor and McLennan 1985; McLennan 2001) normalized trace element patterns: archaeological finds (red sandstones), Jakabhegyi Fm.



10. ábra: Ritkaföldfémek kondritra (Sun and McDonough 1989) normált értékei: Régészeti leletek (vörös homokkövek), Balatonfelvidéki Fm.

Fig. 10.: Chondrite (Sun and McDonough 1989.) normalized rare earth element patterns: archaeological finds (red sandstones), Balaton-Highland Fm.



11. ábra: Ritkaföldfémek kondritra (Sun and McDonough 1989) normált értékei: Régészeti leletek (vörös homokkövek), Jakabhegyi Fm.

Fig. 11.: Chondrite (Sun and McDonough 1989.) normalized rare earth element patterns: archaeological finds (red sandstones), Jakabhegy Fm.

A „vörös homokkövek” lehetséges forrásterületei

1. Balatonöszödhöz elérhető közelségben két jelentősebb vörös homokkő összlet található felszíni feltárásokban.

A közelebbi a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció, amely két nagyobb (és több kisebb) területen bukkan a felszínre a Balaton északi partján: Zánka és Badacsonyörs között mintegy 12 km hosszú és 5 km széles területen, valamint Aszófő és Balatonfűzfő között mintegy 22 km hosszú és maximálisan 3 km szélességű területen, illetve kisebb foltokban Gyulakeszi, Hidegkút és Litér környékén (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998) (**12. ábra**).

A felső perm korú, folyóvízi és ártéri üledékekből keletkezett formáció három tagozatra bontható.

Az alsó, legidősebb (felső perm előtti) tagozatot (Paloznaki Faglglomerátum tagozat) helyenként vörös színű, durvatörmelékes polimikt breccsa alkotja, amely szemiárid klímán kialakult lejtőtörmelék, illetve folyóvízi törmelékű eredetű.

A formáció bázisán általánosan elterjedt a Badacsonyörsi Konglomerátum tagozat, amelynek kavicsait elsősorban a Balatoni Fillit formációcsoporthoz tartozó anyaga (aleurolitpala, homokkőpala) és a Kékkúti Dácit Formáció anyaga (vörös és szürke kavicsok) adja, ezek mellett alárendelten kovapala, különböző metamorf kőzetek, valamint mészkő és gneisz anyagú kavicsok is előfordulnak.

A harmadik tagozat a „Vörös homokkő és aleurolit tagozat”, amelyet vörös homokkő és vörös aleurolit rétegek váltakozása épít fel. Szürke színű homokkő a formáció peremi területein jelennek meg, illetve a tagozat alsó részének durvább szemcsés (pirit- és szervesanyag-tartalmú) kifejlődéseire, valamint az összlet felső harmadában gyakorta megjelenő intraformációs konglomerátum egyes lencséire jellemzőek (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998).

Az aleurolitok, homokkővek, kavicsos homokkővek szemcsemérete tág határok (0,005 mm - 30 cm) között változik (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998).

A formációban előforduló homokkővek törmelék-összetétele egyhangú, területileg sem mutat nagy változatosságot: anyaga uralkodóan kvarc és közettörmelék, „több-kevesebb, vagy egyáltalán semmi” földpáttartalommal, muszkovittal és biotittal (Fülöp 1990). A közettörmelékek között ópaleozoós aleurolit, homokkő és savanyú metavulkanit a leggyakoribb, ezek mellett dácit (a

Kékkúti Dácit formáció anyagából) valamint kis mennyiségben kvarcfillit (jellegzetesen összefogozott, hullámos kioltású, orsó alakú kvarcselemcsék) és gneisz is előfordul. Saját anyagú aleurolit és dolomittörmelék is kimutatható (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998).

A földpát-tartalom 20% alatti, a kőzet leggyakrabban savanyú plagioklaszt, ritkábban ortoklaszt és mikroklint tartalmaz. A földpátok gyakran szericitesedtek, ritkábban kaolinosodtak (Majoros 1963, Csernussi 1984, Fülöp 1990, Majoros 1998).

A csillámok állandóan megjelenő összetevők: muszkovit és általában elbontott, kloritosodott biotit található a kőzetekben.

Agyagásványok közül leggyakrabban illit és kaolinit fordul elő.

A kötőanyag leggyakrabban szericites, illites, diszperz eloszlású hematittal, amiben helyenként a szericitet kiszorítva dolomit (gipsz, anhidrit, esetleg magnezit) társul. A hematit a törmelékes szemcséket bevonó kéregként is gyakran megjelenik. Jelentős szerepe van a saját anyagú, illetve a lepusztulási területéről származó aleurolitpala finomszemcsés törmeléke reszedimentációjának is, amikor az igen finom szemcsék a rétegterhelés hatására a nagyobb törmelék-szemcsék közé préselődnek. (Fülöp 1990)

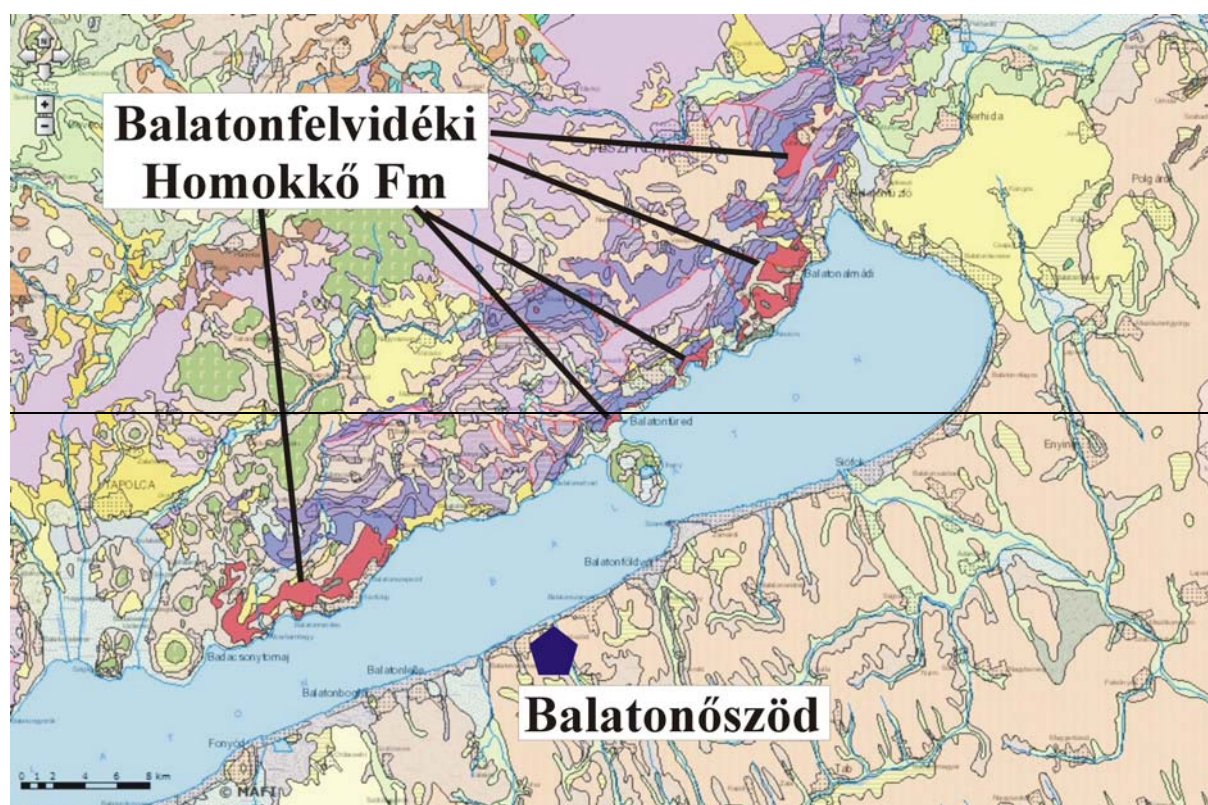
A mikrokristályos kvarc (kova) kaolinnal együtt a medenceperemi, érett homokkővek kötőanyaga. A vörös színt itt is diszperz eloszlású hematit adja, a szürke színű rétegekben a hematit helyett pirit szerepel. Utóbbi típusban megjelenhet a kvarcselemcsék diagenetikus továbbnövekedése is. (Fülöp 1990)

Ritkán előfordul dolomit (gipsz, anhidrit, magnezit) önálló cementáló anyagként is.

A Balatonfelvidéki Homokkő Formáció homokkővei két litológiai alaptípusba sorolhatók:

Az uralkodó kőzetkifejlődés kvarc, közettörmelék és földpát törmelékanyagú, bimodális szemcseeloszlású (azaz a törmelékszemcsék két mérettartományban fordulnak elő nagyobb mennyiségben), illites-szericites (és ezeket kiszorítva dolomitos) mátrixú, gyengén érett homokkő. (Fülöp 1990)

A másik kifejlődés a déli Balaton-felvidék peremi területein és az északi Balaton-felvidéken a formáció alsó részére jellemző. Törmelékanyagát kvarc és közettörmelék alkotja, általában unimodális szemcseeloszlású (azaz jól osztályozott), mikrokristályos kvarc (kova) és kaolinit kötőanyagú, érett homokkő.



12. ábra: Geológiai térkép (Budai & Gyalog 2010), módosítva: a régészeti lelőhellyel és a vizsgált régészeti leletek (I. homokkő csoport) nyersanyagának legvalószínűbb származási helyeivel. (Vörös szín: Balatonfelvidéki Homokkő Fm a felszínen.)

Fig. 12.: Geological map (Budai & Gyalog 2010), modified: with the archaeological site and the most probable places of origin of the raw material of the examined archaeological finds (group I. „red” sandstones). (Red colour: Balaton-Highland Fm. on the surface.)

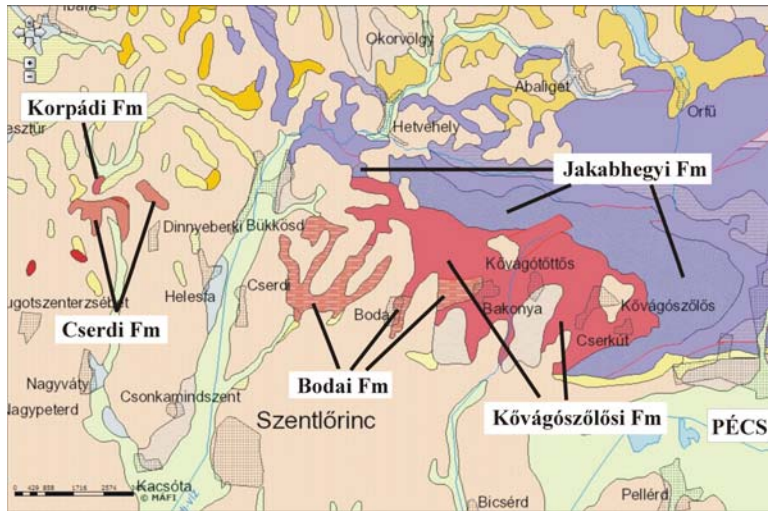
Az egyes szemcsék egymással való érintkezése változatos. A finomszemcsés típusokban általában a mátrixban úszó szemcsék dominálnak, mely rétegtani helyzetben (vagy karbonátos kötőanyag esetén) azonban a szemcsék egymáshoz préselődnek (Csernussi 1984). A közép- és durvaszemcsés típusokban - rétegtani helyzetüktől függően - a pont-pont illetve a konkáv-konvex érintkezés is jellemző lehet. Szutúrás szemcséhatárok megjelenhetnek (Fülöp 1990), de egyes típusokból teljesen hiányozhatnak is (Csernussi 1984). A kompakció általában minden típusnál eltüntette az elsődleges porozitást (Csernussi 1984).

Szürke (kifakult), közép- és durvaszemcsés változatai az elterjedési terület délnyugati részén jelennek meg, valamint lokális kifejlődésként a balatonfüredi Hajógyári kőfejtőben. Ugyancsak az elterjedési terület délnyugati részén (Badacsonytörlet, Őrsi-hegy) a szürke, közép- és durvaszemcsés homokkőre felül vörös, alsó felén szürke aleurolit és homokkőrétegek sorozata települ, amelyek átmenetet jelentenek a magasabb szinteken települő vörös, finomszemcsés homokkőrétegek felé (Csernussi 1984).

Méteres nagyságrendű lencsékben zöld színű (kloritos), valamint fehér (dolomitós kötőanyagú) változatai is előfordulnak, utóbbiak a perm-triász szelvényekben, közvetlenül a triász rétegek alatt jelennek meg (Csernussi 1984).

2. Balatonőszödtől távolabb, a Nyugat-Mecsek területén is található vörös homokkővek (**13. ábra**). A nagy kiterjedésű és jelentős vastagságú, perm – alsó-triász korú törmelékes összletet (amely konglomerátumokat, homokkőveket, aleurolitokat is tartalmaz) több formációba sorolták (Barabás & Barabás-Stuhl 1998).

A legidősebb (alsó-perm) Korpádi Homokkő Formáció kőzetei a legutóbbi időkig csak mélyfúrásokból voltak ismeretesek, a közelmúltban azonban néhány (Dinnyeberkitől északnyugatra található) felszíni feltárást is ebbe a formációba soroltak (Gyalog 2005, Budai & Gyalog 2010). A formáció uralkodóan vörös színű, felfelé finomodó szemcsenagyságú törmelékes kőzetekből (konglomerátumtól finomhomokos aleurolitig) álló sorozat. A kavicsok és homokkővek szemcséi kvarc, kvarcit, mélységi magmás, metamorf és vulkáni kőzettörmelék anyagúak. (Barabás & Barabás-Stuhl 1998)



13. ábra: Geológiai térkép (Budai & Gyalog 2010), módosítva: mecseki perm-triász törmelékes formációk a felszínen. A II. homokkő-csoport nyersanyaga a Jakabhegyi Formáció homokkövei közül eredeztethető.

Fig. 13.: Geological map (Budai & Gyalog 2010), modified: permo-triassic formations of the Western Mecsek Mts. on the surface. Most probable sources of the raw material of the examined archaeological finds (group II. „red” sandstones), are the sandstones of the Jakabhegy Fm.

A törmelékszemcsék között nincs, vagy nagyon kevés a káliföldpát és a mélységi magmás közettörmelék (Fazekas 1987). A földpátokat főként plagioklász képviseli, de nem zárható ki az egykori káliföldpát-szemcsék másodlagos albitosodása (Varga 2009). A csillámokat főként muszkovit és erőteljesen kloritosodott biotit képviseli (Varga 2009).

A vulkanit-törmelékek között viszonylag gyakori egy andezites összetételű (plagioklász mikrolitokat és opakásványokat tartalmazó, helyenként folyásos szövettű) típus, amely eltér a Gyűrűfői Riolitból származtatható savanyú vulkanit-törmelékektől, és az összes, a továbbiakban tárgyalt, a Korpádi Homokkőnél fiatalabb perm törmelékes összletből hiányzik. (Fazekas 1987, Barabás & Barabás-Stuhl 1998, Varga 2009). Ehhez hasonló, andezites összetételű szemcsék a vizsgált homokkő anyagú régészeti leletek anyagában sincsenek.

A Cserdi Formáció (felső perm) – amelynek csak néhány kisebb felszíni kibúvása van Gyűrűfű-Dinnyeberki és Cserdi-Boda környékén – vörösbarna (barnás-, lilásvörös) színű konglomerátum, kavicsos és durvaszemű homokkő, valamint (alarendelt mennyiségben) aleurolitos finomszemű homokkő ritmusos váltakozásából felépülő, felfelé finomodó folyóvízi sorozat. (Barabás & Barabás-Stuhl 1998, Bodor & Szakmány 2009) Általában osztályozatlan és nagyon jellemző, hogy a durvább szemű rétegek nagy mennyiségű mátrixát finomhomokos aleurit szemcseméretű törmelékes anyag képezi. Az összletben gyakori a teljesen osztályozatlan, uralkodóan finomszemű homokkő is, amely nem koptatott, néhány mm-es homokszemeket, vagy nagyon apró, alig kerekített kvarc- vagy földpát-kavicsokat tartalmaz változó mennyiségben és rendszertelen elhelyezkedésben. (Barabás & Barabás-Stuhl 1998) A formáció idősebb képződményeinek kavicsanyaga gyakorlatilag 100%-ban vulkáni eredetű (riolit, melariolit,

riodácit és ezek piroklasztjai), amelyhez felfelé haladva fokozatosan metamorf törmelékanyag keveredik. Káliföldpát- és plagioklász-tartalma is jelentős, nátrium-tartalma ennek ellenére alacsony (feltételezhetően a plagioklászok nagyfokú bontottsága miatt). Magas kálium-tartalmát nagyrészt muszkovit-tartalma magyarázza (Fazekas 1987). Kötőanyaga lehet kovás, szercites, vas-oxidos és karbonátos, a fűréssal feltárt rétegsorban jellemző az anhidrit megjelenése is (Bodor & Szakmány 2009; Varga 2009).

A nagy felszíni elterjedésű Bodai Aleurolit Formáció (felső perm) uralkodóan vörös, vörösbarna színű, albittartalmú aleurolit és agyagkő váltakozásából álló sorozat, alsó részén zöldesszürke homokkő, homokos aleurolit és agyagkő betelepüléseket („átmeneti rétegek”-et) is tartalmaz. (Varga et al. 2006) Fő kőzettípusai – agyagkő, aleurolit, homokkő, albitolit és dolomit – között számos átmeneti típus is megjelenik. Az uralkodó finomszemcsés üledékek között a homokkő és aleurolit rétegek általában közbetelepülésként jelennek meg. (Barabás & Barabás-Stuhl 1998, Máthé 1998, Arkai et al. 2000, R. Varga et al. 2005, Varga et al. 2006) Teljes kémiai összetételére a magas nátrium-tartalom jellemző (5-8% Na₂O) (Fazekas 1987, Máthé 1998, Arkai et al. 2000).

A homokkő-betelepülések általában vörös színűek (barna, szürke és zöld árnyalattal). Szemcseméretük változó (finom-nagyszemcsés), párhuzamos rétegzés és keresztrétegzés is előfordul. Ritkán szenesedett növénymaradványokat és szürke aleurolit - agyagkő kavicsokat tartalmaznak. Részletes mikroszkópos vizsgálatuk (Varga et al. 2006) alapján elmondható, hogy a törmelékszemcsék többnyire szögletesek, esetleg gyengén koptatottak. A cement mennyisége változó, a közép- és durvaszemcsés homokkövekben uralkodóan karbonátos, kisebb

mennyiségben hematit, illit/szericit, klorit, albit és kova is megjelenik. Gyakoriak a karbonátos erek.

A homokkövek 25-40% földpátot (nagyobb mennyiségű plagioklász és kevesebb alkáli-földpátot), 20-30% kvarcot (monokristályos és általában szutúrásan érintkező alkristályokból álló polikristályos kvarcot) és jelentős mennyiségű instabil, vulkáni közettörmelék (uralkodóan savanyú vulkanit törmelékeket (főként átkristályosodott vulkáni alapanyagot és vulkáni üveget), valamint neutrális és bázisos szemcséket), valamint kevés törmelékcsillámot (muszkovitot és kloritosodó biotitot) tartalmaznak. A vulkáni közettörmelék mellett metamorf közettörmelék és üledékes közettörmelék (áthalmazott sajátanyagú vörös aleurolit- és agyagkő szemcsék) is megjelenik. Akcesszóriaként (főként a finom- és aprószemcsés homokkövekben) magnetit, ilmenit, cirkon, monacit, rutil, apatit, turmalin, titanit, krómspinell jelenik meg. (Varga et al. 2006)

A Kővágószőlősi Homokkő Formáció (felső-perm) felszíni elterjedése lényegesen nagyobb mind a Cserdi, mind a Bodai Formációénál. Változatos színű, konglomerátum, kavicsos és arkózás homokkő, aleurolit és argillit rétegek ritmusos váltakozásából felépülő összlet, felfelé finomodó, majd ismét durvuló szemcsemérettel (Barabás & Barabás-Stuhl 1998). Lerakódásának kezdetét nagy mennyiségű, a gránit-migmatit lepusztulásából származó törmelékanyag megjelenése jelzi (összetételében ezzel párhuzamosan elsősorban a metamorfotok, kisebb mértékben a vulkanitok aránya csökken): megnő a gránit-migmatitok aprózódásából származó kvarc és a káliföldpátok mennyisége. A homokkövekben felfelé haladva fokozatosan növekszik a kvarc mennyisége (Fazekas 1987).

Uralkodó köztészín, közettani és üledékföldtani jegyek alapján négy tagozatra osztják.

A Bakonyi Tarkahomokkő tagozat, amelynek többféle színű (zöld, szürke, vörös, foltosan tarka), de főképpen vörös rétegei uralkodóan durva szemcseméretűek (de a finomszemcsés üledékek mennyisége is jelentős). Rosszul osztályozott, a finomszemű üledékek szemcsésen szétesőek és karbonát konkréciókat tartalmaznak.

A Kővágótöttősi Szürkehomokkő Tagozat csak ritkán tartalmaz vörös (és zöld) rétegeket. Szemcsenagysága változatos (a konglomerátumtól a durva- és finomszemcsés homokköveken át az aleurolitos argillitig terjed). Szervesanyagú törmelékben gazdag.

A Cserkúti Vöröshomokkő Tagozat lilászöld vagy vörös színű, uralkodóan közepes szemcsenagyságú, szórtan kavicsos homokkő. Konglomerátum és finomszemű homokkő vagy aleurolit rétegeket is tartalmaz. Felül széles elterjedésű, több méter

vastag, vörösbarna színű (nagyon ritkán zöld-, szürke rétegecskét is tartalmazó) karbonát konkréciós homokkő réteg zárja le. Ez a vörösbarna homokkő helyenként kifakult.

A Tótvári Homokkő Tagozat („lilakavicsos homokkő”) kőzetei lilászöld, vagy világoslila színű, aleurolit kötőanyagú, erősen kavicsos, durvaszemű, osztályozatlan homokkövek. Jellegzetes lila színét az anyagában feldúsuló nagy mennyiségű riolit kavics és riolit közettörmelék okozza (Barabás & Barabás-Stuhl 1998).

A Jakabhegyi Homokkő a mecseki perm–alsó-triász sziliciklasztos rétegsor felszínén a legnagyobb területen és vastagságban előforduló tagja. Elsősorban a Jakabhegyen és környékén bukkanak ki a rétegei nagy vastagságban. Fazekas Via tanulmányában (Fazekas 1987) együtt tárgyalja a Kővágószőlősi Homokkő és a Jakabhegyi Homokkő (alsó triász) Formációkat, mivel köztük éles közet-összetételbeli változás, határ nincs. A homokkövekben a rétegsorban felfelé haladva fokozatosan növekszik a kvarc mennyisége, a Jakabhegyi Homokkőből a plagioklász teljesen eltűnik és jelentősen lecsökken a közet nátrium-tartalma is. A káliföldpát mennyisége gyakorlatilag változatlan, de szinte teljesen eltűnnek a kvarc-földpát összenövészek. A vulkanit-törmelékek közül főleg kovásodott riolit-változatok és tufák vannak jelen, de előfordulnak a korábbi homokkövekre jellemző riolitok is (a Gyűrűfüi Riolit Formáció lepusztulásából származó törmelékek). A legértékesebb (azaz legtöbb kvarcot tartalmazó) homokkő a Jakabhegyi Formáció felső részén megjelenő, úgynevezett „irányított kavicsos”, keresztrétegzett homokkő. Ettől felfelé a szemcseméret finomodik, és újra megjelenik kevés plagioklász-törmelék és biotit, valamint kissé felszaporodnak a vulkanit-törmelékek (Fazekas 1987).

A Jakabhegyi Homokkő Formáció homokkövei törmelékanyagának összetétele egyhangú: fő összetevő a kvarc, alárendelt mennyiségben felzites szövetű riolitos alapanyag-törmelékek, és káliföldpátok vannak jelen (az ikerrácsos mikroklin ritka és csak elvétve fordulnak elő kvarc-földpát összenövészek). Savanyú plagioklász-törmelékek csak kis mennyiségben a Nyugati-Mecsekben, a rétegsor felső részében jelennek meg. A homokkövek éretlenebb szintjei csillámosak (muszkovit, ritkábban biotit).

A kötőanyag illites-szericites, kovás, alárendelten karbonátos (dolomit, kalcit), néhol vörös vasoxidokkal átítatott. Előfordulnak vékony szulfátos betelepülések. A Nyugati-Mecsek kivételével mindenütt kaolinites.

A kvarc-földpát-közettörmelék háromszög-diagramban ábrázolva (Pettijohn et al. 1973) a Jakabhegyi Homokkő Formáció homokkövei

zömében kvarcgazdag közettörmelékes homokkővek (szublitarenitek) és kvarcgazdag arkózák (szubarkózák). Kvarchomokkő is megjelenik. Ezek a jegyek lényegesen különböznek a fentebb bemutatott felső permi homokkővektől (amelyek főleg arkózás homokkővek, azaz földpát-tartalmuk magasabb) (Fazekas 1989).

A törmelékszemcsék megoszlása – összehasonlítva a régészeti leletekkel

A régészeti leletek kimérési eredményei alapján készített ábrán (**5. ábra**) feltüntettem a Balatonfelvidéki Homokkő érett és éretlen változatai összetétel-mezőjét (Csernussi 1984, Fülöp 1990; Majoros 1998), valamint a mecseki perm–alsó-triász homokkővek összetételét is (átlagértékek: Fazekas 1987, 1989). A régészeti leletek I/1 és I/2 alcsoportját összetételük alapján litarenitek (közettörmelékes homokkővek) és szublitarenitek (kvarcgazdag közettörmelékes homokkővek) alkotják, összetételük a Balatonfelvidéki Homokkő érettebb, alacsony földpáttartalmú közeihez hasonlít. A mecseki vörös homokkővek főként litarenitek, de földpát-tartalmuk magasabb, egyedül a Jakabhegyi Homokkő Formációban fordulnak elő szublitarenitek (szubarkózák és kvarc arenitek mellett). A régészeti leletek II. csoportját szubarkóza és szublitarenit közötti átmeneti összetétel jellemzi, ehhez hasonló összetételű homokkővek csak a Jakabhegyi Homokkő Formáció homokkővei között fordulnak elő.

Teljes kőzet kémiai összetétel – összehasonlítva a régészeti leletekkel:

A régészeti leletek (I. és II. csoport) és új gyűjtésből származó Balaton-felvidéki összehasonlító minták összetételéről nyert adatokat (**2. táblázat**), valamint korábbi elemzések eredményeit (Csernussi 1984), összevetettem a fent részletezett mecseki formációk homokkőveinek és aleurolitjainak (fűrási magmintákból származó) mérési adataival (Varga 2009). (**6-11. ábra, melléklet 1-8. ábra**)

A mecseki formációkat Raucsikné Varga Andrea PhD munkájában részletesen elemezte (Varga 2009), ezért itt csak a potenciális nyersanyagforrások azonosítása szempontjából fontos részleteket emelem ki.

A balatonfelvidéki összehasonlító minták összetétele az átlagos FKK-összetételhez képest (**6. ábra, melléklet 8. ábra**) - a régészeti leletekhez hasonlóan - nátriumban, kalciumban és magnéziumban erőteljes szegényedést mutat (kivéve egy régebben készült elemzést (Csernussi 1984)). Szilíciumban gazdagodást mutatnak, vas, alumínium, titán, kálium és mangán-tartalmuk változatos, ezen elemekben gazdagodott és szegényedett minták is előfordulnak. A régészeti

leletek összetétele – különösen az I. csoporté – jó egyezést mutat a Balatonfelvidéki Formáció homokkőveinek összetételével, míg a II. csoport összetétele némileg eltérő: a II csoport titán-tartalma alacsonyabb, kálium és nátrium-tartalma kicsit magasabb.

A Jakabhegyi Formáció (és a Korpádi Formáció egyik elemzett mintájának) kivételével valamennyi fentebb részletesebben bemutatott mecseki törmelékes formáció homokkőveinek nátrium- és magnézium-tartalma jelentősen magasabb, mint a régészeti leleteké (**7. ábra, melléklet 1-7. ábra**). A Korpádi Homokkő azonban a törmelékszemcsék összetétele és megoszlása alapján kizárható a lehetséges nyersanyagforrások közül.

A mecseki minták kálium-tartalma a II. csoport kálium-tartalmához áll közel, azaz lényegesen magasabb, mint az I csoport homokkőveinek kálium-tartalma.

A Balatonfelvidéki és a Jakabhegyi Formáció homokkőveinek és aleurolitjainak nyomelem-összetétele változatos, mindazonáltal a normált nyomelem-összetételi görbéket összevetve a Balatonfelvidéki és a Jakabhegyi Formáció homokkőveinek és aleurolitjainak összetételével látható, hogy az I. csoport mintáinak összetétele a Balatonfelvidéki, a II. csoport összetétele inkább a Jakabhegyi Formáció mintáinak összetételéhez hasonlít. Utóbbi esetben az egyezés nem olyan jó, mint az I. csoport esetében, amit a II. csoport mintájának általános alacsony nyomelem-tartalma magyaráz, de a görbe lefutása hasonlít a Jakabhegyi Formáció mintái görbéinek lefutásához.

A Balatonfelvidéki Formáció homokkőveinek ritkaföldfém-tartalma általában magasabb, mint a Jakabhegyi Formáció homokkőveinek és aleurolitjainak ritkaföldfém koncentrációja. Az I/1-es csoport mintáinak összetétele a Balatonfelvidéki, a II. csoport összetétele inkább a Jakabhegyi Formáció mintáinak összetételéhez hasonlít, míg az I/2-es csoport kifakult homokkőveinek összetétele mindkét formáció összetételéhez hasonlít.

Az eredmények értékelése (1)

A „vörös homokkővek” legvalószínűbb forrásterületei

A vékonycsiszolt vizsgálatok eredményeit a lehetséges forrásrégiókból származó homokkővek összetételével és szöveti jellegeivel összevetve a következő megállapításokat tettem:

Az I. csoport mind ásványos összetételében, mind az egyes összetevők megjelenésében és a törmelékfajták arányában, mind pedig kémiai összetételében nagyon hasonlít a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció Vörös homokkő és aleurolit tagozatának homokkőveire, azok közül is elsősorban a második kifejlődési típusra (szinte

földpátmentes, érett homokkő, kvarc és közettörmelék túlsúlyával a törmelékes szemcsék között (litarenitek)). Ez a típus a Déli-Balaton-felvidék peremi területein és az Északi-Balaton-felvidéken a formáció alsó részére jellemző. **(12. ábra)**

A II. csoport mind ásványos összetételében, mind az egyes összetevők megjelenésében és a törmelékfajták arányában, mind pedig kémiai összetételében nagyon hasonlít a Jakabhegyi Homokkő Formáció vörös homokköveire, különösen a formáció felsőbb szintjeihez, amelyekben a vulkanit-törmelék és a csillámok száma újra növekedni kezd és elvéve plagioklász is megjelenik. **(13. ábra)**

A Nyugati-Mecsek vörös homokkövei a Jakabhegyi Homokkővet kivéve kizárhatóak a lehetséges nyersanyagforrások közül, elsősorban magas káliföldpát-tartalmuk, valamint a régészeti leletek anyagánál jelentősen nagyobb nátrium- és magnézium-tartalmuk miatt.

További kizáró tényezők az egyes formációk homokkövei esetében:

Korpádi Fm: magas közettörmelék-tartalom, a közettörmelékek között gyakori, jellegzetes megjelenésű, andezites összetételű, helyenként trachitos szövetű vulkanit-törmelék.

Cserdi Fm: magas káliföldpát és plagioklász tartalom, osztályozatlanság, nagy mennyiségű mátrix.

Kővágószőlősi Homokkő Fm:

Bakonyai Tarkahomokkő Tagozat: rossz osztályozottság, szemcsésen széteső viselkedés.

Kővágótöttösi Szürkehomokkő Tagozat: szín, magas szervesanyag-törmelék tartalom.

Cserkúti Vöröshomokkő Tagozat: jelentős földpát-tartalom.

Tótvári Homokkő Tagozat: osztályozatlanság, nagy mennyiségű riolit-törmelék.

Szürke, csillámos, karbonátos kötőanyagú homokkő

(III. CSOPORT)

Ebből a nyersanyagból csak kisszámú (5 db) lelet került elő, mindegyikük jellegtelen töredék, eredeti funkciója nem állapítható meg.

A petrográfiai vizsgálatok eredményei

Makroszkópos jellemzők

Finomszemcsés, jól osztályozott, világosszürke (lilas és sárgás mállási foltokkal), karbonátos kötőanyagú homokkövek **(2e ábra)**. Fő alkotójuk a

kvarc és a csillámok (a csillámszemcsék - világos, kifakult biotit - durvább szemcseméretűek a kvarcsemméknél). A csillámok réteglapok mentén dúsulnak, ez foliált megjelenést kölcsönöz a kőzetnek. Sok finom, fekete szemcse található a kőzetben (finomabb szemcseméretű, üdőbb biotit).

Mikroszkópos jellemzők

A törmelékes eredetű alkotók között ebben a csoportban is a monokristályos kvarc a legjelentősebb (finom szemcseméretű, jól osztályozott, szögletes szemcsék), a polikristályos kvarc (szutúrás érintkezésű, enyhén hullámos kioltású, irányított szövetű szemcsék) mennyisége alárendeltebb **(14a-d ábra)**.

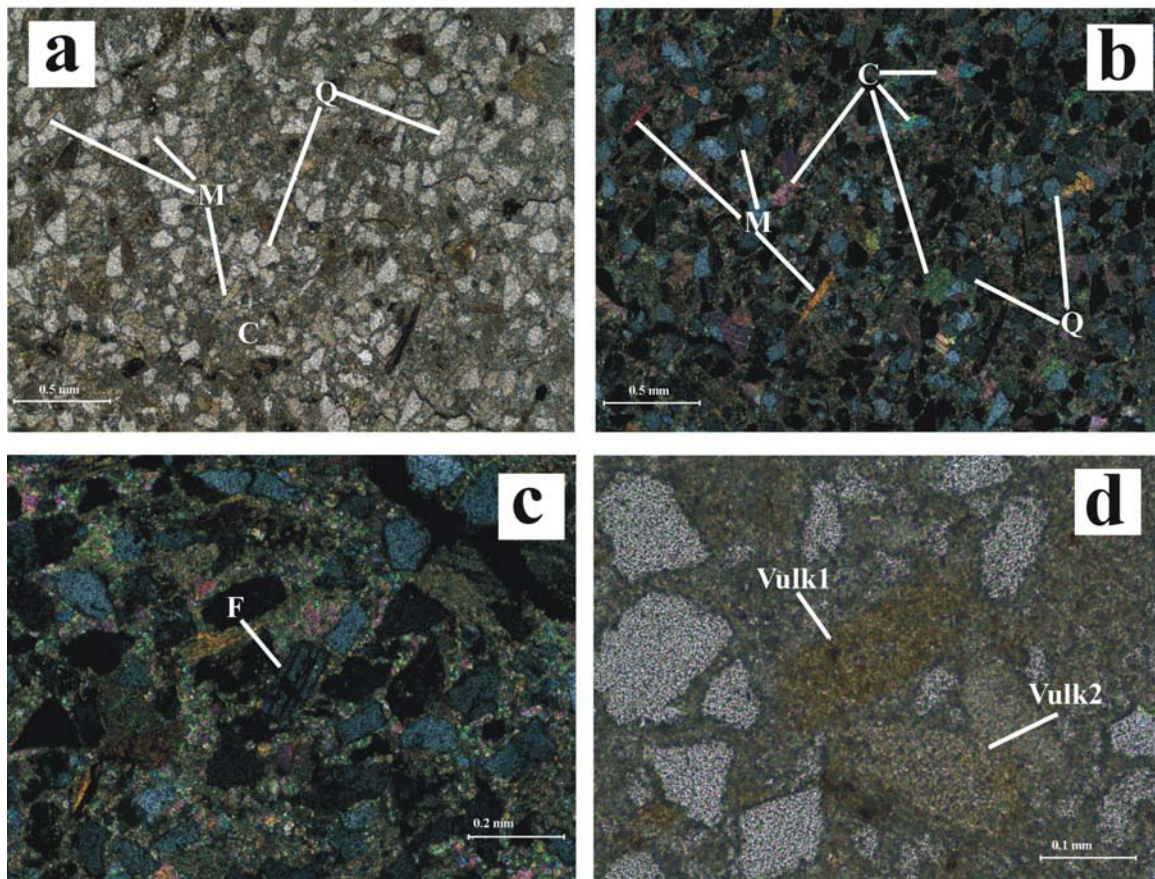
A csillámok mennyiség-aránya nagyobb, mint az I. és II. csoportban, üde és kifakult, kloritosodott biotit-szemcsék egyaránt megtalálhatóak, az átalakulás akár egy szemcsén belül is megfigyelhető.

A földpátokat erősen átalakult, bontott mikroklin-szemcsék (kezdődő pertitesedés nyomaival, néhol erős szericitesedéssel), valamint a káliföldpátoknál üdőbb plagioklászok képviselik **(14c ábra)**. Savanyú vulkanit-törmelékek is megtalálhatóak **(14d ábra)**. Jellegzetes az amfibol és az ilmenit megjelenése is a törmelékanyagban. Néhány szemcsén a korábbi csoportokban jellemző limonitos kéreg figyelhető meg. A kőzet mátrixvázú, a kötőanyag pátitos, a karbonát-szemcsék egy része ikresedett.

Az eredmények értékelése (2)

A III. csoport nyersanyagának legvalószínűbb forrásterületei

A III. csoport homokkövei makroszkópos és mikroszkópos megjelenésükben is a régészeti lelőhely közelében sokfelé megtalálható fiatal (pannon) homokkövekre hasonlítanak. Pontosabb nyersanyagforrás meghatározására a nagyszámú, hasonló kőzetanyagú lelőhely, és az ezekről a lelőhelyekről származó homokkövek törmelék-szemcséi részletes leírásának hiánya miatt nem vállalkozhatom, mindazonáltal a homokkő magas földpát-tartalma csak rövid szállítódásra utal, az amfibol jelenléte pedig viszonylag közeli, amfibolt is tartalmazó kőzetekből álló lepusztulási területet valószínűsít. Meg kell jegyezni, hogy a régészeti lelőhely közelében, a balatonboglári bazalttufa, a balatonszemesi bazaltkavicsok és a fonyódi Várhegy bazaltja is tartalmaznak amfibolt, utóbbi ilmenitet is (Vitéz 1904; Mauritz 1948; Martin és Németh 2004). A leletek jellege miatt (valószínűleg mindennapi, különleges minőségű nyersanyagot nem igénylő használati eszközök töredékei) a régészeti lelőhelyhez inkább közeli nyersanyag-forrás valószínűsíthető.



14. ábra: Régészeti leletek, szürke, csillámos, karbonátos kötőanyagú homokkővek, III csoport, BOT 13. a-b) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (a: 1N, b: +N): szöveti kép: kvarc (Q)- és csillám-szemcsék (M) pátitos mátrixban (C – kalcit); c) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (+N): plagioklász-kristály (F); d) Petrográfiai-mikroszkópos fotó (1N): savanyú vulkanit-törmelék-szemcsék (Vulk1, Vulk2).

Fig. 14.: Archaeological finds, grey-coloured, mica-rich, sparite-cementized sandstones, group III, sample BOT 13. a-b) Photomicrograph (a: 1N, b: +N): rock texture: quartz (Q) and mica (M) crystals in a sparitic matrix (C - calcite); c) Photomicrograph (+N): plagioclase-feldspar (F); d) Photomicrograph (1N): acidic vulcanite fragments (Vulk1, Vulk2).

Összefoglalás

Balatonőszöd - Temetői dűlő lelőhely a badeni kultúra Magyarországon eddig feltárt legnagyobb és leghosszabb életű települése (területe meghaladta a 20 hektárt). A lelőhelyen a Balaton-Lasinja kultúrának és a Boleráz kultúrának is kerültek elő önálló objektumai. Az ásatás során 500 kőzetanyagú lelet került napvilágra. A homokkő-nyersanyagú kőeszközök (205 db, azaz 41 %) régészeti kora túlnyomó részben badeni. Homokkőből általában őrlőkővek (egész és töredékes, főleg alsó- és kevesebb felső őrlőkő, egyes darabokon festéknyomokkal), csiszológővek és fenőkővek készültek; ezek mellett megmunkált (de ismeretlen rendeltetésű) töredékek, nyersanyag-tömbök és megmunkálatlan, homokkő anyagú leletek is előkerültek.

Makroszkópos, és főként polarizációs mikroszkópban való megjelenésük alapján a régészeti leletek között három homokkő-változatot különítettem el,

néhány erősen mállott lelet ezekbe a csoportokba nem volt biztonsággal besorolható.

Megállapítottam, hogy a vizsgált, Balatonőszöd-Temetői dűlőről előkerült vörös (és kifakult, fehér) homokkő anyagú leletek legnagyobb részének nyersanyaga (I. csoport: 183 db) ásványos összetételű, szövetük, a törmelékfajta aránya, valamint kémiai összetételük alapján a Balatonfelvidéki Homokkő Formáció Vörös homokkő és aleurolit tagozatába sorolt homokkővek közül került ki, a szinte földpátmentes, kvarc és közettörmelék túlsúlyával jellemezhető érettebb homokkő típusból. Ez a típus a Déli-Balaton-felvidék peremi területein és az Északi-Balaton-felvidéken a formáció alsó részére jellemző (12. ábra).

A vizsgált homokkővek kis részének (II. csoport: 5 db) nyersanyaga a Nyugati-Mecsekből, a Jakabhegyi Homokkő Formáció felsőbb szintjeiben megjelenő homokkővek közül eredeztethető (13. ábra).

A III. csoportba sorolt szürke, csillámos, pátitos kötőanyagú homokkövek (5 db) nyersanyagforrásának pontosabb meghatározása a nagyszámú, hasonló kőzetanyagú lelőhely - és azok kőzetanyagának gyenge feldolgozottsága - miatt egyelőre nem lehetséges, de a leletek jellege miatt (valószínűleg mindennapi, különleges minőségű nyersanyagot nem igénylő használati eszközök töredékei) valószínű, hogy a régészeti lelőhelyhez közeli forrásból származnak.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton fejezem ki köszönetemet a Balatonöszöd-Temetői dűlő lelőhely feltárását vezető Horváth Tündének, a leletanyag rendelkezésre bocsátásáért, valamint a vizsgálatok finanszírozásában nyújtott segítségért az OTKA K 62874 és K 100385 számú kutatási programjának.

Irodalom

ÁRKAI, P., BALOGH, K., DEMÉNY, A., FÓRIZS, I., NAGY, G. & MÁTHÉ, Z. (2000): Composition, diagenetic and post-diagenetic alterations of a possible radioactive waste repository site: the Boda Albitic Claystone Formation, southern Hungary. *Acta Geologica Hungarica* **43** (4): 351–378.

BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN, G. (1993): A gerecsei kréta törmelékes összlet petrográfiai és petrológiai vizsgálata (egykori óceáni képződmények rekonstrukciója törmelékes alkotók alapján). (Közöletlen doktori dolgozat, ELTE TTK, 186 pp.)

BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN, G. (1995): A gerecsei kréta törmelékes képződmények petrográfiai és petrológiai vizsgálata. *Általános Földtani Szemle* **27**: 59–83.

BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN, G. (1996): Geochemical investigations of detrital chrome spinels as a tool to detect an ophiolitic source area (Gerecse Mountains, Hungary). *Acta Geologica Hungarica* **39**: 341–368.

BÁLDI, T., BEKE, M., HORVÁTH, M., KECSKEMÉTI, T., MONOSTORI, M. & NAGYMAROSY, A. (1976): A Hárshegyi Homokkő Formáció kora és képződési körülményei. *Földtani Közöny* **106**: 353–386.

BARABÁS, A. & BARABÁS-STUHL, Á. (1998): A Mecsek és környezete perm képződményeinek rétegtana. In: BÉRCZI, I. & JÁMBOR, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. MOL Rt. – Magyar Állami Földtani Intézet Kiadvány, Budapest, 187–215.

BODOR, S. & SZAKMÁNY, Gy. (2009): A felső-permi Cserdi Konglomerátum Formáció kavicsanyagának kőzettani és geokémiai vizsgálati eredményei (XV. Szerkezetkutató fűrés, Ny-Mecsek). *Földtani Közöny* **139** (4): 325–340.

BODOR, S., SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S. & MÁTHÉ, Z. (2012): Petrology and geochemistry of the Upper Permian – Middle Triassic siliciclastic formations of the Ibafa-4 borehole (NW-Mecsek Mts., Hungary). – *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, **7**: 219–230.

BUDAI, T. & GYALOG, L. (eds.) (2010): Magyarország földtani atlasza országjáróknak. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

CHAYES, F. (1956): Petrographical modal analysis. An elementary statistical appraisal. Wiley, New York, 113pp.

CSERNUSSI, G. (1984): Litofáciesvizsgálatok a „Balatonfelvidéki Vörös Homokkő Formáció”-ban. (Közöletlen szakdolgozat, ELTE TTK Kőzettani és Geokémiai Tsz., 127 pp.)

DICKINSON, W.R. (1970): Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. *Journal of Sedimentary Petrology* **40**: 695–707.

DICKINSON, W.R. & Suczek, C.A. (1979): Plate tectonics and sandstone compositions. *AAPG Bulletin* **63**: 2164–2182.

FAZEKAS, V. (1987): A mecseki perm és alsótriász korú törmelékes formációk ásványos összetétele. *Földtani Közöny* **117**: 11–30.

FAZEKAS, V. (1989): Ásvány-kőzettani megfigyelések a Jakabhegyi Homokkő Formáció DK-Dunántúli előfordulásaiban. *Földtani Közöny* **119**: 359–371.

FÜLÖP, J. (1990): Magyarország geológiája. Paleozoikum I. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 325 pp.

GYALOG, L. (ed.) (2005): Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása (1:100.000) Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

HORVÁTH, T., S. SVINGOR, É. & MOLNÁR, M. (2006): Újabb adatok a baden-pécelyi kultúra keletkezéséhez. *Archeometriai Műhely* (<http://www.ace.hu/am>) **2006** (3): 19–30.

HORVÁTH, T. (2010): Megfigyelések a középső és késő rézkori kultúrák fazekasáruin Balatonöszöd-Temetői dűlő lelőhelyen. Készítéstechnikai vizsgálatok. *Archeometriai Műhely* (<http://www.ace.hu/am>) **2010** (1): 51–82.

HORVÁTH T. & PÉTERDI B. (2012): Csiszolt kőeszközök, őrlőkövek, egyéb megmunkált és megmunkálatlan kőzetanyagú leletek. In: Horváth T. (szerk.): Balatonöszöd-Temetői dűlő őskori településrészei. A középső rézkori, késő rézkori és kora bronzkori települések. MTA BTK Régészeti Intézet, Budapest. ISBN 978-615-5254-00-0 [online] (<http://real.mtak.hu/2959>) p. 403–526.

- MAGGETTI, M. (2001): Chemical analyses of ancient ceramics: what for? *Chimia* **55**, 923–930.
- MAJOROS, Gy. (1963): A Balatonmelléki permiai rétegösszlet üledékföldtani vizsgálata. Egyetemi doktori értekezés, Budapest, kézirat. 57 pp.
- MAJOROS, Gy. (1998): A Dunántúli-középhegység úrpaleozoos képződményeinek rétegtana. In: BÉRCZI, I. & JÁMBOR, Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. MOL Rt. – Magyar Állami Földtani Intézet Kiadvány, Budapest, 119–147.
- MARTIN, U. & NÉMETH, K. (2004): Mio/Pliocene Phreatomagmatic Volcanism in the Western Pannonian Basin. *Geologica Hungarica Series Geologica* **26**. 193 pp.
- MÁTHÉ, Z. (ed.) (1998): A Bodai Aleurolit Formáció minősítésének rövidtávú programja, Kutatási zárójelentés 4. kötet, Ásvány-kőzettani, kőzetgeokémiai és izotóptranszport vizsgálatok. Kutatási jelentés. Pécs, Mecsekérc Környezetvédelmi Rt.
- MAURITZ, B. (1948): A dunántúli bazaltok kőzetkémiai viszonyai. *Földtani Közöny* **78**: 134–169.
- McLENNAN, S. M. (2001): Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* **2** (4): 1021, 24 pp. (doi:10.1029/2000GC000109)
- PALÁGYI, S., CSIRKE, O., FUTÓ, J., HLAVAY, J., RAUCSIK, B., SZABÓ, A. & VASSÁNYI, L. (2006): Mining Data from Roman Sandstone Quarries. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **57**: 395–422.
- PETTIJOHN, F. J., POTTER, P.E. & SIEVER, R. (1973): Sand and Sandstone. Springer-Verlag, New York – Heidelberg – Berlin, 618 pp.
- PIROS, L. (2010): Homokkő nyersanyagú kőszekőzök, szerszámkövek archeometriai vizsgálata, Gorzsa (DK-Magyarország). (Közvetlen diplomadolgozat, ELTE TTK FFI Kőzettan-Geokémiai Tanszék, 89 pp.)
- RAUCSIKNÉ VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy., RAUCSIK, B. & MÁTHÉ, Z. (2005): Chemical composition, provenance and early diagenetic processes of playa lake deposits from the Boda Siltstone Formation (Upper Permian), SW Hungary. *Acta Geologica Hungarica* **48** (1): 49–68.
- SUN, S.-S. & McDONOUGH, W.F. (1989): Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: SAUNDERS, A.D. & NORRIS, M.J. (eds.): Magmatism in the Ocean Basins. *Geological Society, London, Special Publications* **42**: 313–345.
- SZAKMÁNY, Gy. (1996): Results of the petrographical analysis of some samples of the ground and polished stone assemblage. In: J. Makkay, E. Starnini & M. Tulok (eds.), *Excavations at Bicske-Galagonyás (part III). The Notenkopf and Sopot-Bicske cultural phases. Società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia, Quaderno* **6**, 224–241. Trieste.
- SZAKMÁNY, Gy. & NAGY, B. (2005): Balatonlelle–Felső-Gamász lelőhelyről előkerült késő rézkori vörös homokkő őrlőkövek petrográfiai vizsgálatának eredményei. *Archeometriai Műhely* **2005**(3): 13–21. (<http://www.ace.hu/am>)
- SZAKMÁNY, Gy., STARNINI, E., HORVÁTH, F., SZILÁGYI, V. & KASZTOVSZKY, Zs. (2008): Gorzsa késő neolitikus településről előkerült kőszekőzök archeometriai vizsgálatának előzetes eredményei (Tisza kultúra, DK Magyarország). *Archeometriai Műhely* **2008**(3): 13–26. (<http://www.ace.hu/am>)
- SZTANÓ, O. & JÓZSA, S. (1996): Interaction of basin-margin faults and tidal currents on nearshore sedimentary architecture and composition: a case study from the Early Miocene of northern Hungary. *Tectonophysics* **266**: 319–341.
- TAYLOR, S. R. & McLENNAN, S. M. (1985): The Continental Crust: its Composition and Evolution. *Blackwell Scientific Publications Ltd.*, 312 pp.
- VARGA, A., RAUCSIK, B., SZAKMÁNY, Gy. & MÁTHÉ, Z. (2006): A Bodai Aleurolit Formáció törmelékes kőzettípusainak ásványtani, kőzettani és geokémiai jellemzői / Mineralogical, petrological and geochemical characteristics of the siliciclastic rock types of Boda Siltstone Formation. *Földtani Közöny* **136** (2): 201–232.
- VARGA, A., SZAKMÁNY, Gy., ÁRGYELÁN, T., JÓZSA, S., RAUCSIK, B. & MÁTHÉ, Z. (2007): Complex examination of the Upper Paleozoic siliciclastic rocks from southern Transdanubia, SW Hungary – Mineralogical, petrographic, and geochemical study. Sedimentary Provenance and Petrogenesis: Perspectives from Petrography and Geochemistry. *GSA Special Paper* **420** (0) (January 2007): 221–240.
- VARGA, A. (2009): A Dél-dunántúli paleozoos – alsó-triász sziliciklasztos kőzetek kőzettani és geokémiai vizsgálatának eredményei. (Közvetlen PhD dolgozat, ELTE TTK FFI Kőzettani és Geokémiai Tsz., 150 pp.)
- VITÁLIS, I. (1904): Adatok a Balaton-fölvidék bazaltos kőzeteinek ismeretéhez. *Földtani Közöny* **34**: 377–399.

